WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

ROK DZIEWIĄTY. ZESZYT Nr. 36.

WARSZAWA — KWIECIEŃ 1937 R.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

Dodatek kwartalny do zeszytu 4-go „Przeglądu Artyleryjskiego"

ROK DZIEWIĄTY ZESZYT Nr. 36

WARSZAWA — KWIECIEŃ 1937 R.

TREŚĆ:

Autorzy artykułów, zamieszczonych w „Wiad. Techn. Uzbr." są odpowiedzialni za poglądy w nich wyrażone.

PROSPER CHARBONNIER — inżynier generalny artylerii morskiej francuskiej.



Dnia 10.VI.1936 r. zmarł inżynier generalny *Prosper Charbonnier*, jeden z najwybitniejszych techników uzbrojeniowych Marynarki Francuskiej i jeden z czołowych balistyków świata. W Zmarłym traci Francja znakomitego teoretyka uzbrojeniowego i jednego z najznamienitszych kierowników swej pracy badawczej w tej dziedzinie. Technika uzbrojeniowa całego świata traci w nim uczonego wyjątkowo wysokiej miary, o umyśle śmiałym, pełnego zawsze inicjatywy i twórczych nowych idei, jednego z tych, którzy torowali drogi rozwojowi wojskowej myśli technicznej.

Inżynier generalny Prosper Charbonnier, urodzony w roku 1862 ukończył Szkołę Politechniczną w Paryżu w 1886 r., a Szkołę Artyleryjską w 1888 r. Przydzielony do Artylerii Morskiej bierze udział w wyprawach kolonialnych francuskich w latach 1889 do 1892. Jako kapitan przydzielony w 1893 r. do *Komisji Doświadczalnej w Gâvre* pełni tam służbę przez 3 lata, po czym powraca do służby liniowej, biorąc udział w kolonialnych wyprawach francuskich w 1895 — 1898 r. Przez 2 następne lata pracuje w *Laboratorium Centralnym Marynarki Wojennej w Paryżu*, po czym przez 2 lata bierze znów udział w wyprawach kolonialnych. Następnie przechodzi na przeciąg 5 lat do *Stalowni w Ruelle* i do *Laboratorium Centralnego Marynarki Francuskiej*. W 1908 r. wraca po raz ostatni na okres 3 lat do służby liniowej i tym razem w koloniach francuskich. Wreszcie w 1911 r. zostaje przydzielony jako inżynier naczelny (Ingénieur en Chef) Artylerii Morskiej na stanowisko przewodniczącego *Komisji w Gâvre*. Na stanowisku tym pozostaje do r. 1919, uzyskując w 1917 r. tytuł inżyniera generalnego 2-ej kl., co odpowiada stopniowi generała brygady w broniach. W 1919 r. zostaje mianowany inżynierem generalnym 1-ej kl. i równocześnie inspektorem generalnym Artylerii Morskiej w Paryżu. W 1927 r. przechodzi w stan spoczyn-

ku, zatrzymując jednak w swym ręku w dalszym ciągu przewodnictwo Komitetu Wydawniczego „Mémorial de l'Artillerie Française", które piastuje od 1922 r. aż do śmierci. Zaszczycony licznymi odznaczeniami, otrzymał również liczne tytuły naukowe, między innymi od Akademii Francuskiej.

Jak widać z przebiegu jego służby, łączyła ona praktykę oficera liniowego z teorią uzbrojeniowca. Może właśnie dlatego dzieła jego odznaczają się tak znakomitym połączeniem praktyki i teorii i należytym uwzględnieniem każdej z nich we właściwym stopniu. Świetny oficer liniowy, wykazał on we wszystkich swych wyprawach wysokie cechy charakteru, odwagi i inicjatywy, stanowiąc typ prawdziwego dowódcy. Tym znakomitym połączeniem oficera liniowego i uczonego potwierdził raz jeszcze odwieczną prawdę, że prawdziwie twórczą rolę w uzbrojeniu odegrać może tylko ten, kto wysoką umiejętność i znakomite przygotowanie teoretyczne łączy z dużym osobistym doświadczeniem.

Twórczość naukowa inż. gen. Charbonnier'a jest bardzo duża: 56 różnych publikacyj, z których dwie wyróżnione nagrodą Francuskiej Akademii Umiejętności, oto ilościowy plon jego działalności publicystycznej w dziedzinie uzbrojenia.

Wielkość jego leży jednak nie tyle w ilości jego prac, co w ich wybitnej jakości. I tak, w dziedzinie *balistyki wewnętrznej* jest on pierwszym, który rzucił naukowe podstawy pod problem tej nauki, wprowadzając po raz pierwszy rozdział między zagadnienia główne i zagadnienia wtórne i wskazując drogę rozwiązania tych zagadnień w oparciu o metody matematyczne. Wprowadzona przez niego funkcja spalania się prochu stanowi zupełnie oryginalne ujęcie zagadnienia spalania się prochu w lufie, które odtąd jest nie-

wzruszonym fundamentem wszelkiej teorii balistycznej. Prace jego są punktem wyjścia wszystkich nowoczesnych metod balistyki wewnętrznej, gdyż on po raz pierwszy wyzwolił ją ze wzorów wyłącznie empirycznych i stworzył podstawy pod ściśle naukowe traktowanie jej zagadnień.

Z licznych prac doświadczalnych, które przeprowadził, wymienić należy przede wszystkim ustalenie i liczbowe określenie różnicy pomiędzy zgniotem statycznym a zgniotem dynamicznym zgniotków, stosowanych do pomiaru ciśnień w lufie działowej. Jakkolwiek nowsze pomiary nasuwają inne rozwiązanie tego problemu, nie mniej jednak prace Charbonnier'a są pierwszą próbą ujęcia tego zagadnienia stanowiąc i tu badania istotnie pionierskie.

W dziedzinie *balistyki zewnętrznej* jego metody rachunku torów płaskich rywalizowały przez szereg lat z metodami *Siacci'ego* i stanowiły przez długi czas podstawę wszystkich prac francuskich w tej dziedzinie.

W latach 1919 — 1927 opracował on wielki podręcznik z zakresu balistyki zewnętrznej, prawdziwą encyklopedię tego przedmiotu.

Jego *teoria zużywania się luf* (słynny „strumień gazów" — *veine gazeuse)* stanowi do dziś dnia podstawową teorię tego zjawiska, której teorie późniejsze mogą być tylko rozszerzeniem i rozwinięciem.

Przeprowadzone przez niego badania i studia teoretyczne w zakresie ruchu pocisku dokoła środka ciężkości doprowadziły go do badań nad pociskiem z góry gwintowanym, przy czym przypadło mu pierwszemu w udziale wykazanie możliwości strzelania pociskami o długości dotychczas nie stosowanej (do 9 kalibrów).

Trudno w tym krótkim zestawieniu przedstawić wszystkie prace naukowe inż. gen. Charbonniera, zwłaszcza że nie ma nieomal żadnej dziedziny uzbrojenia, w której

twórczy jego umysł nie wykazałby się wynikami istotnie wartościowymi.

Mimo poważnego wieku (74 lata) umysł jego był zawsze żywy i ruchliwy, czego najlepszym może dowodem jest wysoki poziom naukowy kierowanego przez niego kwartalnika „Mémorial de l'Artillerie Française", niewątpliwie najwyżej naukowo stojącego czasopisma w zakresie techniki uzbrojeniowej.

Śmierć inż. generalnego Charbonnier'a jest więc poważną stratą nie tylko dla uzbrojenia francuskiego, ale i dla nauki uzbrojeniowej w ogóle.

Gen. Charbonnier utrzymywał żywy kontakt z naszym pismem, czego dowodem są liczne nasze artykuły, umieszczane w tłumaczeniu w Mémorial de l'Artillerie Française.

Komitet Redakcyjny „Wiadomości Technicznych Uzbrojenia", doceniając w pełni powagę ciosu, jaki dotknął sprzymierzone siły zbrojne francuskie przez stratę tak wybitnego uczonego, łączy się z nimi we wspólnym żalu i wyraża im swe szczere wyrazy współczucia.

Komitet Redakcyjny.

531.57

Ppłk. Dr. FELSZTYN TADEUSZ.

DOWÓD PODOBIEŃSTWA BALISTYCZNEGO.

Wszystkie nowoczesne metody balistyki wewnętrznej opierają się na rozwiązaniu równań różniczkowych *Résale'a Charbonnier'a i Newtona,* podanych w rozdziale 3-cim niniejszego artykułu. Dokładne rozwiązanie matematyczne układu tych równań różniczkowych, przy zupełnie ścisłym traktowaniu wchodzących w nie wielkości, na ogół nie jest możliwe; dlatego też zmuszeni jesteśmy stosować szereg uproszczeń natury fizycznej, których dyskusja podana będzie w rozdziale 2-gim niniejszego artykułu. Założenia te zezwalają uwolnić się od wymiarów fizycznych poszczególnych wielkości, wchodzących we wspomniane wyżej równania różniczkowe i operować wielkościami nie mianowanymi, przez co możliwa wielość poszczególnych wypadków znacznie się pomniejsza.

Ale nawet wprowadzenie tych dogodnych zmiennych w rachunek nie rozwiązuje całkowicie zagadnienia głównego balistyki wewnętrznej. Z tego też względu zmuszeni jesteśmy pójść jeszcze krok dalej i szukać sposobów matematycznego uproszczenia zagadnienia. Jest nim *metoda podobieństwa balistycznego,* wprowadzająca bardzo dogodne ujęcie rachunku i zezwalająca na sprowadzenie wielkiej

różnolitości wszystkich możliwych wypadków do kilku prostych parametrów. Z tego też względu stanowi ona dziś podstawę wszystkich metod balistyki wewnętrznej, opartych o rozważania naukowe, a nie jedynie o wzory empiryczne. Metoda ta, wykazująca związki istniejące pomiędzy poszczególnymi przebiegami ciśnień i szybkości a drogą pocisku w lufie w różnych warunkach ładowania i w różnych lufach, oparta jest na dokładnej analizie matematycznej zasadniczych równań różniczkowych balistyki wewnętrznej.

1. Uwagi wstępne.

Ze wszystkich istniejących dowodów podobieństwa balistycznego najprostszym jest dowód kpt. *M. Alexa Pappas'a*, opublikowany w *„Heerestechnik"* z kwietnia 1930 r. (str. 161) i w *„Mémorial de l'Artillerie Française"* II zeszyt 1931 r. (str. 581).

Dowód jego jednak mógłby wywołać następujące uwagi:

1) Przez wprowadzenie parametru

$$b = \frac{\alpha - \frac{1}{\delta}}{\frac{1}{\Delta} - \alpha}$$

(wedle oznaczeń podanych niżej pod „Dyskusja założeń") przeprowadza kpt. *Pappas* dowód właściwie dla Δ stałego. Znacznie ważniejszy dowód dla Δ zmiennego zostaje w pracy kpt. Pappas'a potraktowany bardzo pobieżnie krótkim zdaniem. „Jeżeli, jak to bywa w wielu rozwiązaniach, przyjmie się $\alpha = \frac{1}{\delta}$, to ...".

2) Wskutek tego dowód ten jest niekompletny, bo przecież podobieństwo balistyczne przy zmiennym Δ jest słuszne i przy założeniu $\alpha \neq \frac{1}{\delta}$, jeżeli za

$$\alpha_z = \alpha - (1 - z)\left(\frac{1}{\delta} - \alpha\right)$$

— wedle oznaczeń poniższych — podstawimy jakąś wartość średnią.

3) Wtedy jednak, jak to wynika z dowodu, który jest celem niniejszej pracy, podobieństwo balistyczne jest słuszne tylko dla fazy spalania się, podczas gdy w fazie rozprężania się popełniamy pewien błąd.

Brak analizy fazy rozprężania jest zresztą wspólnym brakiem większości dotychczasowych dowodów.

4) Ponadto kpt. *Pappas* wprowadza parametr

$$\Omega = \frac{(\gamma - 1) B}{f Ł}$$

(wedle oznaczeń podanych poniżej), o którym z góry wiadomo, że jest funkcją miejsca w lufie (a więc zmiennej c), bynajmniej zaś nie funkcją wyrazu ogólnego τ

Wprowadzenie tego parametru nie dodaje niczego istotnie nowego w dowodzie podobieństwa balistycznego, a raczej zaciemnia tylko jasność rozumowania.

Z tego też względu podaję poniżej nowy dowód podobieństwa balistycznego, który — biegnąc zasadniczo w sposób podobny do rozumowania kpt. *Pappas'a* — stara się uniknąć wyżej wspomnianych niedogodności.

Dowód ten jest ściśle zgodny z treścią dowodu, podanego przeze mnie po raz pierwszy na wykładach w Politechnice Warszawskiej w semestrze zimowym 1932/33 r.

2. *Dyskusja założeń.*

Napiszmy równanie *Résale'a* w postaci

(1) $$f Ł z - P c' = \frac{\mu v^2}{2}(\gamma - 1) + B(\gamma - 1)$$

gdzie

f jest ciśnieniem właściwym (siłą) prochu,
$Ł$ jest ciężarem ładunku,
z jest ułamkiem spalonego prochu,
P jest ciśnieniem panującym w lufie,
$c' = c - \alpha_z Ł$
c jest obiętością lufy od czoła zamka do dna pocisku,
$\alpha_z = \alpha - (1 - z)\left(\frac{1}{\delta} - \alpha\right)$
δ jest ciężarem właściwym prochu,
α jest kowolumem (współobjętością),
$\mu = \frac{p}{g}\left(1 + \lambda \frac{Ł}{p}\right) i$ — jest masą pozorną,
p jest ciężarem pocisku,
g jest przyśpieszeniem ciążenia,
λ jest współczynnikiem stałym,
i jest charakterystyką działa,
γ jest wykładnikiem politropy,
B jest pracą wykonaną na pokonanie oporów biernych.

Oznaczmy wreszcie przez
σ — przekrój lufy.

Równanie w tej formie nie nadaje się do wyprowadzenia podobieństwa balistycznego, obok bowiem wielkości, które dadzą się związać w wyrazy ogólne, występuje zmienna $B = f(c)$, charakterystyczna dla każdej z luf z osobna.

Pozostawienie tej wielkości pociągnęłoby za sobą w równaniu uniezależnionym dodatkowy parametr $\frac{B}{f Ł}$, który komplikowałby roztrząsanie zagadnienia podobieństwa balistycznego.

Naturalnym więc wydaje się dążenie włączenia tej zmiennej w jakąś wielkość stałą, tak jak to np. czynią *Charbonnier* i *Sugot* włączając średnią wartość B w masę pozorną μ. Jest to możliwe jedynie przy założeniu, że

$$B : \frac{\mu v^2}{2} = k,$$

gdzie k jest wielkością stałą lub prawie że stałą.

Uwzględnijmy, że

$$B = \int_{c_0}^{c} R\, d c + B_0$$

gdzie R jest oporem przeciskania pocisku, obejmującym zespół oporów biernych lufy, B_0 — oporem wciskania, c_0 — pojemnością komory nabojowej.

Wielkość B_0 można łatwo wyeliminować z równania *Résale'a* przez ustalenie wartości granicznych rozwiązania tego równania (przy jego przekształceniu w równanie różniczkowe) w taki sposób, ażeby dla pewnego z_0 rozwiązanie dawało $v = 0$, $c = c_0$ i $P = P_0$, przy czym P_0 ma spełniać warunek, iż $P_0 \cdot \sigma = B_0$.

Przez wprowadzenie więc dodatkowego parametru podobieństwa balistycznego z_0 (dyskusję jego przeprowadzimy pod „6. Wnioski") można w równaniu *Résale'a* pominąć wielkość B_0.

Pozostaje wielkość

$$B' = \int_{c_0}^{c} R\,dc.$$

Założenie, że wielkość ta jest proporcjonalna do energii pocisku, jest oczywiście niezgodne z rzeczywistością. Niewątpliwie bowiem

$$R = f(c, v),$$

przy czym zawisłość R od v jest dużo mniejsza niż R od c. W żadnym zaś wypadku nie mamy podstawy do twierdzenia, że

$$\frac{\partial B'}{\partial v} = k v,$$

gdzie k jest jakąś stałą, że więc

$$B' = f(c)\, v^2.$$

Założenie więc, że B' jest proporcjonalne do energii pocisku jest błędem, który wprowadzamy w dowód podobieństwa balistycznego i to błędem, który przy zastosowaniach praktycznych nie da się usunąć.

Weźmy dla porównania wielkość i. Jeżeli nawet przyjmiemy — jak się to zwykle czyni — że i jest wielkością niezmienną dla wszystkich dział (np. $i = 1{,}07$ wedle Sugot'a) i dla tego i obliczymy pewne nowe działo, to pierwsze strzelanie z tego działa zezwoli wyznaczyć i temu działu właściwe. Bedzie ono dla działa tego stałe z minimalnym błędem, wynikłym z wpływu drobnych w praktyce różnic ciężaru pocisku p na wyraz

$$\frac{M}{p + M'},$$

gdzie M jest ciężarem masy odrzutowej. Zresztą znajomość masy odrzutowej i kąta skrętu zezwoli obliczyć i nawet i bez strzelania z dokładnością dla praktyki zupełnie wystarczającą.

Natomiast stosunku

$$B' : \frac{\mu v^2}{2}$$

strzelaniem wyznaczyć nie można. Jeżeli bowiem nawet wyznaczy się go dla pewnej szybkości i dla pewnego pocisku, to każda zmiana czy to szybkości, czy też ciężaru, czy nawet opierścienienia pocisku może stosunek ten całkowicie przekształcić. Z tego więc punktu widzenia wszystkie metody balistyczne oparte na podobieństwie balistycznym (a więc w praktyce *wszystkie* metody balistyki wewnętrznej) obarczone są błędem traktowania czynnika

$$B' : \frac{\mu v^2}{2}$$

jako wielkości stałej.

Na szczęście jednak błąd ten jest bardzo nieduży. Przekonać może o tym następujące doświadczenie:

Przy pewnych strzelaniach stwierdzono, że umieszczenie pierścienia zaciskającego w niektórych miejscach lufy może wywołać tak duże opory bierne, iż w miejscu tym pocisk otrzymuje wręcz przyśpieszenie ujemne. Przyśpieszenie to jest tak znaczne, że powoduje nawet, w niekorzystnych warunkach, działanie zapalników bezwładnościowych. A jednak pomimo tak znacznych oporów zmniejszenie się szybkości wylotowej pocisku, strzelanego z działa zaopatrzonego w pierścień zaciskający, w porównaniu do działa niezaopatrzonego w ten pierścień, — jest tak nikłe, że leży po prostu w granicach błędów pomiarowych.

Przykład ten jest wymownym dowodem, że przyjęcie wyrazu

$$B' : \frac{\mu v^2}{2}$$

za wielkość stałą, a nie — jakby to ściśle uczynić należało — zmienną, powoduje w praktyce błąd tak mały, iż bez szkody dla dokładności praktycznej można uproszczenie to wprowadzić.

Włączając więc k w i otrzymuje się równanie *Résale'a* w formie uproszczonej

$$f Ł z - P c' = \frac{\mu v^2}{2} (\gamma - 1), \tag{2}$$

gdzie w wyrazie masy pozornej

$$\mu = \frac{p}{g} \left(1 + \lambda \frac{Ł}{p} \right) i$$

i jest sumą wyrazów wynikających z odrzutu, ruchu obrotowego pocisku, tarcia pierścienia o ściany lufy i wreszcie z przyjętego za stały stosunku

$$B' : \frac{\mu v^2}{2} .$$

Dla wykorzystania tego równania trzeba przyjąć *drugie założenie*, że wykładnik γ jest wielkością stałą. Nie jest ono co prawda zgodne z rzeczywistością, lecz z jednej strony zmienność γ jest nieduża, z drugiej zaś fakt, iż wszystkie metody balistyczne, opierające się na stałym γ (*Sugot*, *Gossot* — *Liouville*, *Röggla* itp.), dają rozwiązania dość bliskie rzeczywistości, jest najlepszym dowodem, że założenie to nie oddala nas zbytnio od warunków rzeczywiście panujących w lufie.

Trzecim wreszcie *założeniem* jest to przypuszczenie, iż istnieje jakaś funkcja kształtu $\varphi(z)$, tj. jakieś prawo palenia się prochu, że więc równanie *Charbonnier'a*

$$\frac{dz}{dt} = A \cdot P^n \varphi(z), \tag{3}$$

gdzie A jest żywnością prochu,

t jest czasem,

n jest jakąś liczbą stałą ($n \leqq 1$),

$\varphi(z)$ jest określoną funkcją, —

odpowiada rzeczywistemu przebiegowi zjawisk w lufie.

Założenie to jest słuszne dla prochów koloidalnych za wyjątkiem ładunku tak małego, iż samo ułożenie ładunku w komorze nabojowej może mieć wpływ na jakość jego zapalenia, a tym samym i na charakter jego spalania się. Wypadek ten jednak prowadzi zawsze do bardzo dużego rozrzutu szybkości początkowych, jest więc wypadkiem wadliwym. Można go więc śmiało pominąć przy rozważaniu podobieństwa balistycznego.

3. *Podobieństwo balistyczne przy zmiennej gęstości ładowania.*

a) *Faza spalania się.*

Zakładamy więc

$$f Ł z - P c' = \frac{\mu v^2}{2} (\gamma - 1) \tag{2}$$

(uproszczone równanie *Résale'a*),

$$\frac{dz}{dt} = A \cdot P^n \varphi(z) \quad \text{(równanie } \textit{Charbonnier'a}\text{)}, \tag{3}$$

$$(4) \qquad \mu \frac{d^2 x}{d t^2} = P \sigma \qquad \text{(równanie ruchu } \textit{Newtona}\text{)},$$

gdzie oznacza:

x — drogę dna pocisku w lufie.

Z powyższych określeń wynika również, że

$$c = c_0 + \sigma x .$$

Równanie *Résale'a* daje się napisać w nieco innej formie, wygodniejszej dla dalszej analizy.

Oznaczmy mianowicie przez r (*wydajność termodynamiczna*) wielkość

$$r = \frac{1}{2} \mu v^2 : \frac{f Ł}{\gamma - 1} .$$

Podstawiając to w równanie (2) i podstawiając za c' wartość podaną przy równaniu (1), otrzymujemy — po podzieleniu lewej i prawej strony przez $f \cdot Ł$ — że:

$$(2\,a) \qquad z - r = \frac{P}{f} \left(\frac{c}{Ł} - \alpha_z \right) .$$

Przyjmijmy obecnie, *co jest niezbędnym warunkiem podobieństwa balistycznego przy zmiennym* Δ, że zmienną wielkość α_z można zastąpić przez wielkość stałą odpowiednio dobraną, którą w dalszym ciągu oznaczać będziemy przez α'.

Oznaczmy dalej przez

$$P'_M = \frac{f \Delta}{1 - \alpha' \Delta} = \frac{f}{\frac{1}{\Delta} - \alpha'} ,$$

tj. ciśnienie, któreby panowało w komorze nabojowej, gdyby proch spalił się całkowicie przed wyruszeniem pocisku i *gdyby współobjętość wynosiła nie* α, *lecz* α'.

P'_M nie jest więc jakąś wielkością fizyczną, ale pewną wielkością umowną, konieczną dla ścisłego przeprowadzenia dowodu podobieństwa balistycznego. *Wprowadzenie tej wielkości do dowodu podobieństwa balistycznego jest istotną cecha, odróżniającą dowód niniejszy od dowodów dotychczas opublikowanych.*

Oznaczmy dalej przez

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{\Delta} - \alpha'.$$

Otrzymamy wtedy, że

$$\frac{P}{f} = \frac{P}{P'_M} \cdot \frac{P'_M}{f} = \frac{P}{P'_M} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\Delta} - \alpha'} = \frac{P}{P'_M} L.$$

Wprowadźmy dalej, jako zmienną niezależną, wyraz

$$\tau = \frac{\frac{\rho}{\Delta} - \alpha'}{\frac{1}{\Delta} - \alpha'} = L\left(\frac{\rho}{\Delta} - \alpha'\right) \text{ *)}$$

---

*) Należy zauważyć, że τ nie jest odwrotnością wyrazu

$$\Theta = \frac{c_0 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} = \frac{1 - \alpha \frac{Ł}{c_0}}{\frac{c}{c_0} - \alpha \frac{Ł}{c_0}} = \frac{1 - \alpha \Delta}{\rho - \alpha \Delta} = \frac{\frac{1}{\Delta} - \alpha}{\frac{\rho}{\Delta} - \alpha},$$

gdzie $\rho = \frac{c}{c_0}$,

jak to podaje kpt. *Pappas.*

τ byłoby odwrotnością Θ tylko wtedy, gdyby $\alpha = \alpha'$, co na ogół nie zachodzi i co nie może zachodzić, jeżeli chcemy w należyty sposób wyrównać wielkość α_z, zmieniającą się w granicach

$$\frac{1}{\delta} \leqq \alpha_z \leqq \alpha$$

Podstawiając powyższe wartości w równanie (2a) otrzymujemy

$$\text{(I)} \qquad z - r = \frac{P}{P'_M} \cdot \tau .$$

Należy tu zauważyć, że w równaniu (I) dla warunków początkowych, tj. dla $\rho = 1$, mamy zawsze $\tau = 1$.

Właśnie konieczność utrzymania stałej i od Δ niezawisłej wielkości początkowej dla zmiennej niezależnej τ było powodem, dlaczego w określenie P'_M wprowadziłem — wbrew dotychczasowej praktyce (*Sugot, Pappas*) — α' zamiast α. W przeciwnym bowiem wypadku mielibyśmy

$$\tau = \frac{\frac{\rho}{\Delta} - \alpha'}{\frac{1}{\Delta} - \alpha},$$

co dla $\rho = 1$ byłoby różne od jedności i to w sposób zależny od wielkości Δ.

Zmienna niezależna τ zezwala na następujące podstawienia:

$$\text{(5)} \qquad \frac{\frac{c}{Ł} - \alpha'}{\sigma} \cdot Ł = \frac{\left(\frac{\rho}{\Delta} - \alpha'\right) Ł}{\sigma} = \frac{Ł}{\sigma L} \cdot \tau$$

$$\text{(6)} \qquad \frac{d^2 x}{d t^2} = \frac{d v}{d t} = \frac{d v}{d \tau} \cdot \frac{d \tau}{d t} = \frac{L \sigma}{Ł} \cdot v \cdot \frac{d v}{d \tau}$$

i analogicznie

$$\text{(7)} \qquad \frac{d z}{d t} = \frac{d z}{d \tau} \cdot \frac{d \tau}{d t} = \frac{L \sigma}{Ł} \cdot v \cdot \frac{d z}{d \tau} .$$

Podstawiając (6) w równanie (4), a otrzymany stąd wyraz na P w równanie (2), gdzie c' zastąpimy przez wyraz otrzymany z (5), uzyskamy, dzieląc lewą i prawą stronę przez μ:

$$\frac{f Ł z}{\mu} = \frac{L}{Ł} \cdot v \cdot \frac{dv}{d\tau} \cdot \frac{Ł}{L} \cdot \tau + \frac{\gamma - 1}{2} v^2 .$$

lub

(2 b)
$$\tau v \frac{dv}{d\tau} + \frac{\gamma - 1}{2} v^2 = \frac{f Ł z}{\mu} .$$

Kładąc teraz

$$v^2 = r \cdot \varepsilon ,$$

gdzie

$$\varepsilon = \frac{2}{\gamma - 1} \cdot \frac{f Ł}{\mu} ,$$

mamy

(8)
$$v \frac{dv}{d\tau} = \frac{1}{2} \cdot \varepsilon \cdot \frac{dr}{d\tau} .$$

Wstawiając (8) w (2 b) otrzymujemy

$$\frac{1}{2} \varepsilon \tau \frac{dr}{d\tau} + \frac{\gamma - 1}{2} r \varepsilon = \frac{\gamma - 1}{2} \varepsilon z$$

lub

(II)
$$\frac{\tau}{\gamma - 1} \cdot \frac{dr}{d\tau} + r = z .$$

Podstawiając obecnie (6) i (7) w (3) otrzymujemy:

(9)
$$\frac{L\sigma}{Ł} v \frac{dz}{d\tau} = A \cdot \varphi(z) \left\{ \frac{\mu}{\sigma} \cdot \frac{L\sigma}{Ł} \cdot v \cdot \frac{dv}{d\tau} \right\}^n .$$

Podstawiając zaś w (9), podobnie jak poprzednio,

$v^2 = r \cdot \varepsilon$ i upraszczając tak uzyskane równanie, otrzymujemy:

$$\text{(10)} \qquad \frac{L\sigma}{Ł} r^{\frac{1}{2}} \varepsilon^{\frac{1}{2}} \frac{dz}{d\tau} = A \cdot \varphi(z) \left\{ \frac{\mu L}{Ł} \cdot \frac{1}{2} \varepsilon \frac{dr}{d\tau} \right\}^n .$$

Jeżeli obecnie wprowadzimy skrót

$$\gamma' = \left(\frac{2}{\gamma - 1} \right)^{n - \frac{1}{2}}$$

oraz *parametr podobieństwa balistycznego przy zmiennej gęstości ładowania*

$$\xi = \frac{\sigma^2}{A^2 f^{2n-1} Ł} L^{2-2n}$$

otrzymujemy ostatecznie z równania (10)

$$\text{(III)} \qquad r^{\frac{1}{2}} \frac{dz}{d\tau} = \frac{\gamma'}{\xi^{\frac{1}{2}}} \left\{ \frac{1}{2} \frac{dr}{d\tau} \right\}^n \varphi(z) .$$

Zespół równań I, II i III wykazuje, że *w fazie spalania się, jeżeli:*

1) *parametr podobieństwa balistycznego* ξ,
1) *funkcja spalania się* $\varphi(z)$,
3) *warunki początkowe, tj.* z_0

są te same,

to dla tych samych τ *są* r, z *i* $\dfrac{P}{P'_M}$ *te same.*

W praktyce warunek 3) odnośnie z_0 nie jest poważnym ograniczeniem, ponieważ — jak o tem mowa będzie pod „6. Wnioski" — można rzeczywistą wartość z_0 zawsze traktować jako czynnik poprawkowy.

b) *Faza rozprężania się.*

Dla $z=1$ mamy

$$(\alpha_z)_{z=1}=\alpha$$

Jeżeli wstawimy to w równanie (2 a), to otrzymamy

$$\text{(2 b)} \qquad 1-r=\frac{P}{f}\left(\frac{c}{Ł}-\alpha\right)=\frac{P}{Ł f}(c-\alpha Ł).$$

Równanie to jest słuszne i dla wszystkich $c>c_1$ (gdzie przez c_1 oznaczać będziemy tę pojemność lufy, przy której następuje całopalenie), jak to wynika z rozumowania, które jest podstawą równania *Résale'a*,

Oznaczmy, w przeciwieństwie do poprzedniej wielkości P'_M, wielkość ciśnienia, któreby panowało *rzeczywiście* w komorze nabojowej, gdyby cały proch spalił się przed wyruszeniem pocisku, przez P_M.
W takim razie

$$P_M=\frac{f Ł}{c_0-\alpha Ł}.$$

Wprowadźmy ponadto następujące oznaczenia

$$\bar{P}_1=P_M\left(\frac{c_0-\alpha Ł}{c_1-\alpha Ł}\right)$$

i

$$M=\frac{P_1}{\bar{P}_1}.$$

Jak łatwo widać, $\bar{P}_1$ jest to ciśnienie, któreby panowało w miejscu rzeczywistego całopalenia, gdyby spalanie się prochu było natychmiastowe.

Wielkość M nazywać będziemy — wzorem *Sugot'a* — *modułem.*

Zauważmy, że z chwilą spalania się prochu, rozprężanie się gazów podlega prawu politropy o wykładniku γ.

Dla $c > c_1$ mamy więc

$$P = P_1 \left(\frac{c_1 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} \right)^{\gamma}. \tag{11}$$

Wstawiając (11) w (2 b) otrzymujemy

$$1 - r = \frac{P}{f Ł}(c - \alpha Ł) = \frac{P}{P_M} \cdot \frac{c - \alpha Ł}{c_0 - \alpha Ł} = \tag{12}$$

$$= \frac{P_1 \left(\frac{c_1 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} \right)^{\gamma}}{P_1 \left(\frac{c - \alpha Ł}{c_0 - \alpha Ł} \right)^{\gamma}} \cdot \frac{c - \alpha Ł}{c_0 - \alpha Ł} = M \cdot \left(\frac{c_0 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} \right)^{\gamma - 1} = M \cdot \Theta^{\gamma - 1}$$

gdzie przez wielkość Θ oznaczamy jak poprzednio

$$\Theta = \frac{c_0 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł}.$$

Równanie (12) daje dla $c = c_1$ i $r = r_1$:

$$1 - r_1 = M \cdot \Theta_1^{\gamma}, \tag{12}$$

a więc wartość M w funkcji r_1 i Θ_1 lub r_1 i c_1, czyli wielkości, które możemy otrzymać z równań zasadniczych w fazie spalania się.

Równanie (11) przez odpowiednie przekształcenie daje

$$P = P_1 \left(\frac{c_1 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} \right)^{\gamma} = P_1 \left(\frac{c_0 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} \right)^{\gamma} \cdot \left(\frac{c_1 - \alpha Ł}{c_0 - \alpha Ł} \right)^{\gamma} = \tag{13}$$

$$= P_1 \frac{P_M}{P_1} \Theta^{\gamma} = M \cdot P_M \cdot \Theta^{\gamma}$$

lub

(13 a) $$\frac{P}{P_M} = M \cdot \Theta^{\gamma}.$$

Gdyby więc α' było równe α, to mielibyśmy

$$\tau = \Theta^{-1}$$

$$P_M = P'_M.$$

Równania (12) i (13 a) dawałyby nam wtedy całkowite rozwiązania i w fazie rozprężania. Twierdzenie więc wypowiedziane w fazie rozprężania pozostałoby i tu słuszne, a dla tych samych τ mielibyśmy te same r i $\frac{P}{P_M}$.

4. *Analiza błędów w fazie rozprężania się.*

W rzeczywistości jednak $\alpha' \neq \alpha$.

Jeżeli α' dobraliśmy dobrze, tj. tak, że błąd, popełniony przez zastąpienie wielkości zmiennej α_z przez wielkość stałą α', jest w fazie spalania się skompensowany, to oczywiście α' nie może być zbyt bliskie wielkości α. W takim razie w fazie rozprężania z konieczności rzeczy popełniamy błąd.

Analiza błędu w fazie spalania się nie jest tak łatwa do przeprowadzenia i wymagałaby żmudnych całkowań zawiłego układu równań różniczkowych. W przybliżeniu możemy zdać sobie sprawę ze stopnia tu popełnionego błędu, jeżeli np. w metodzie *Sugot'a* podstawimy we wzorach za wielkość b wyraz

$$\frac{\alpha' - \frac{1}{\delta}}{\frac{1}{\Delta} - \alpha'}$$

zamiast rzeczywistej wartości

$$\frac{\alpha' - \frac{1}{\delta}}{\frac{1}{\Delta} - \alpha}$$

Natomiast analiza błędu w fazie rozprężania się jest stosunkowo prostsza.

Z równania (12 a) otrzymujemy

(12 b) $$\frac{1 - r_1}{\Theta_1^{\gamma-1}},$$

Wstawiając wartość tę w równanie (12) otrzymujemy

(14) $$r = 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\Theta}{\Theta}\right)^{\gamma-1} =$$

$$= 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\frac{1}{\Delta} - \alpha}{\frac{\rho}{\Delta} - \alpha} \cdot \frac{\frac{\rho_1}{\Delta} - \alpha}{\frac{1}{\Delta} - \alpha}\right)^{\gamma-1} =$$

$$= 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\frac{\rho_1}{\Delta} - \alpha}{\frac{\rho}{\Delta} - \alpha}\right)^{\gamma-1}.$$

Z określenia wielkości τ wynika, że

$$\rho = \left(\frac{\tau}{L} + \alpha'\right)\Delta.$$

Wstawmy to w (14). Otrzymamy

$$r = 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\frac{\tau_1}{L} + (\alpha' - \alpha)}{\frac{\tau}{L} + (\alpha' - \alpha)}\right)^{\gamma-1}. \tag{15}$$

Nazwijmy dla skrócenia

$$\alpha' - \alpha = \alpha'',$$

w takim razie równanie (15) przyjmie postać

$$r = 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L}{\tau + \alpha'' L}\right)^{\gamma-1}. \tag{15 a}$$

Jeżeli więc dla pewnych warunków A przechodzimy w myśl podobieństwa balistycznego na inne warunki B wychodząc z założenia—słusznego w fazie spalania się—, że dla tych samych τ, r są te same, w takim razie, przyjmując założenie to za słuszne i w fazie rozprężania się, popełniamy — jak to widać z równania (15 a) — błąd.

Ażeby błąd ten obliczyć, przyjmijmy, że dla warunków A i B, τ zostają te same, lecz Δ będą różne. W takim razie i

$$L_A \neq L_B\,.$$

Wzór (15 a) da nam więc, że

$$r_A = 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L_A}{\tau + \alpha'' L_A}\right)^{\gamma-1}$$

$$r_B = 1 - (1 - r_1)\left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L_B}{\tau + \alpha'' L_B}\right)^{\gamma-1}.$$

Należy zauważyć, tak w wypadku A jak i w wypadku B, r_1 będzie to samo, ponieważ odpowiada ono war-

tości $z = 1$ fazy spalania sie, dla której — jak to przyjęliśmy — podobieństwo balistyczne jest słuszne.

Jeżeli więc przyjmiemy, że podobieństwo balistyczne jest słuszne i w fazie spalania się, tj. że

$$r_A = r_B \, ,$$

w takim razie popełnimy błąd

$$(16)\quad r_A - r_B = (1 - r_1)\left\{\left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L_A}{\tau + \alpha'' L_A}\right)^{\gamma-1} - \left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L_B}{\tau + \alpha'' L_B}\right)^{\gamma-1}\right\} =$$

$$= (1 - r_1)\cdot\left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L_A}{\tau + \alpha'' L_A}\right)^{\gamma-1}\cdot\left\{1 - \left[\frac{(\tau_1 + \alpha'' L_B)(\tau + \alpha'' L_A)}{(\tau + \alpha'' L_B)(\tau_1 + \alpha'' L_A)}\right]^{\gamma-1}\right\} =$$

$$= (1 - r_1)\left\{1 - \left(\frac{\tau\,\tau_1 + \alpha''^2 L_A L_B + \alpha''(\tau_1 L_A + \tau L_B)}{\tau\,\tau_1 + \alpha''^2 L_A L_B + \alpha''(\tau_1 L_B + \tau L_A)}\right)^{\gamma-1}\right\}.$$

Celem uproszczenia wzoru (16) napiszmy, że

$$\tau = m\,\tau_1 .$$

W takim razie wyraz pod potęgą równania (16), który oznaczymy literą I, wyniesie

$$(17)\qquad I = \frac{m\,\tau_1^2 + \alpha''^2 L_A L_B + \alpha''\tau_1(L_A + m L_B)}{m\,\tau_1^2 + \alpha''^2 L_A L_B + \alpha''\tau_1(m L_A + L_B)} =$$

$$= \frac{m\,\tau_1^2 + \alpha''\tau_1(m L_A + L_B) + \alpha''^2 L_A L_B - \alpha''\tau_1(m-1)(L_A - L_B)}{m\,\tau_1^2 + \alpha''\tau_1(m L_A + L_B) + \alpha''^2 L_A L_B} =$$

$$= 1 - J,$$

gdzie przez J oznaczyliśmy

$$(18)\quad J = \alpha''\tau_1(m-1)\frac{L_A - L_B}{m\,\tau_1^2 + \alpha''\tau_1(m L_A + L_B) + \alpha''^2 L_A L_B} .$$

Błąd wynosi więc

$$(16a)\qquad r_A - r_B = (1 - r_A)\{1 - (1 - J)^{\gamma-1}\}.$$

Obliczenie błędu przeprowadzimy dla trzech wartości α', a mianowicie:

1) $\alpha' = 0{,}63$ (*Röggla*)
2) $\alpha' = 0{,}78$ (*Sugot*)
3) $\alpha' = 0{,}9$ (*Gossot - Liouville*).

We wszystkich trzech wypadkach przyjmiemy, zgodnie z założeniem *Sugot'a*, że

$$\alpha = 0{,}95.$$

Ażeby uzyskać możliwie duże różnice w wartości L_A i $L_{B'}$ przyjmiemy raz $\Delta = 0{,}2$, drugi raz $\Delta = 0{,}8$. Są to skrajne wartości, z jakimi jeszcze możemy mieć do czynienia w praktyce.

Wtedy wielkości, które służyć będą jako podstawa rachunku, przedstawiać się będą następująco (zestawienie 1):

Zestawienie 1.

Wielkości przyjęte do rachunku.

α'	α''	Δ	$\frac{1}{\Delta} - \alpha'$	L	$L_B - L_A$
0,63	— 0,32	0,2	4,37	0,23	1,38
		0,8	0,62	1,61	
0,78	— 0,17	0,2	4,22	0,237	1,90
		0,8	0,47	2,13	
0,9	— 0,05	0,2	4,10	0,444	2,42
		0,8	0,35	2,86	

Wielkość r_A obliczymy według metody *Sugot'a* z jego tabel. Jest w tym niewątpliwie pewna dowolność, nie

wpłynie ona jednak znacznie na wynik rachunku. Gdybyśmy bowiem nawet w wielkości r_A popełnili błąd do 5%, to, jak to łatwo się można przekonać w obliczeniu błędu według wzoru (16a), popełnimy przy rachunku błędu błąd, nieprzekraczający w żadnym wypadku 2% stwierdzonej wielkości błędu, a więc najwyżej 0,6% błędu bezwzględnego.

Wielkości obliczonych błędów podają zestawienia 3 do 8.

Zestawienie 2.

Wielkości r_A przyjęte do obliczenia.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	0,163	0,201	0,244	0,258	0,312	0,371
3	0,245	0,279	0,317	0,330	0,378	0,433
5	0,337	0,366	0,400	0,410	0,453	0,500
10	0,442	0,468	0,495	0,505	0,540	0,580

Zestawienie 3.

Wielkość błędu bezwzględnego w myśl wzoru (16a) przy założeniu, że $\alpha' = 0{,}78$.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	0,0494	0,0328	0,0204	0,0178	0,0103	0,0057
3	0,0559	0,0382	0,0246	0,0208	0,0124	0,0068
5	0,0570	0,0393	0,0258	0,0224	0,0131	0,0070
10	0,0525	0,0362	0,0237	0,0208	0,0124	0,0062

Zestawienie 4.

Wielkość błędu procentowego w myśl wzoru (16a) przy założeniu, że $\alpha' = 0{,}78$.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	30	16	8,3	6,9	3,3	1,5
3	23	14	7,8	6,3	3,3	1,5
5	17	11	6,4	5,5	2,9	1,4
10	12	7,7	4,8	4,1	2,3	1,1

Zestawienie 5.

Wielkość błędu bezwzględnego w myśl wzoru (16a) przy założeniu, że $\alpha' = 0{,}68$.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	0,0753	0,0487	0,0298	0,0256	0,0146	0,0076
3	0,0827	0,0550	0,0345	0,0298	0,0173	0,0090
5	0,0817	0,0554	0,0353	0,0307	0,0179	0,0103
10	0,0738	0,0505	0,0326	0,0283	0,0167	0,0088

Zestawienia 3 do 8 wykazują nam, że błąd procentowy może być bardzo znaczny, zwłaszcza w wypadku prochu bardzo żywego i lufy bardzo krótkiej. W miarę jak proch staje się łagodniejszy (τ_2 wzrasta), a lufa dłuższa (m rośnie), błąd maleje. Jednak w dość prawdopodobnym wypadku: $\tau_1 = 2$ i $m = 2$, błąd jest jeszcze dość znaczny.

Zestawienie 6.

Wielkość błędu procentowego w myśl wzoru (16a) przy założeniu, że $\alpha' = 0{,}68$.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	46	24	12	10	4,7	2,1
3	34	20	11	9.1	4,5	2,1
5	24	15	8,9	7,5	4,0	2,0
10	17	11	6,6	5,6	3,1	1,5

Zestawienie 7.

Wielkość błędu bezwzględnego w myśl wzoru (16a) przy założeniu, że $\alpha' = 0{,}9$.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	0,0140	0,0100	0,0067	0,0059	0,0036	0,0020
3	0,0165	0,0119	0,0080	0,0070	0,0043	0,0023
5	0,0166	0,0124	0,0084	0,0074	0,0045	0,0024
10	0,0161	0,0116	0,0079	0,0069	0,0042	0,0023

Jest rzeczą oczywistą, że błąd jest tym mniejszy, im $|\alpha''|$ jest mniejsze. W tym jednak wypadku błąd w fazie spalania się rośnie, α_z zmienia się bowiem od wartości $\frac{1}{\delta} = 0{,}63$ do wartości α. Im więc bardziej przybliżymy się w wyborze α' do tej ostatniej wartości, tym gorzej będziemy wyrównywali zmienność α_z w fazie spalania się.

Zestawienie 8.

Wielkość błędu procentowego w myśl wzoru (16a) przy założeniu, że $\alpha' = 0,9$.

m \ τ_1	1	1,3	1,8	2	3	5
2	8,6	5,0	2,7	2,3	1,2	0,5
3	7,0	4,3	2,5	2,1	1,1	0,5
5	4,9	3,4	2,1	1,8	1,0	0,5
10	3,7	2,5	1,6	1,4	0,8	0,4

Jak więc widać, mamy do wyboru albo dobrze wyrównywać fazę spalania się, a popełnić błąd w fazie rozprężania się, lub też naodwrót, pominąć fazę rozprężania się dla dobrego wyrównania fazy spalania się.

Powyższe zestawienia 3 do 8 obliczone są dla skrajnych wartości Δ. Oczywiście, w miarę jak Δ przybliżać się będzie do wartości średniej np. $\Delta = 0,4$ do 0,5, błąd będzie malał i w warunkach średnich gęstości ładowania może być nawet nieznaczny.

Błąd w ciśnieniu będzie jeszcze większy niż błąd w szybkościach. Ze wzorów bowiem (13 a) i (12 b) otrzymujemy

$$P = P_M M \Theta^{\gamma} = P'_M \frac{P_M}{P'_M} (1 - r_1) \left(\frac{\Theta}{\Theta_1} \right)^{\gamma - 1},$$

a z

$$\frac{P_M}{P'_M} = \frac{\dfrac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta}}{\dfrac{f\Delta}{1 - \alpha'\Delta}} = \frac{1 - \alpha'\Delta}{1 - \alpha\Delta},$$

otrzymujemy ostatecznie

$$P = P'_M \left(\frac{1 - \alpha' \Delta}{1 - \alpha \Delta} \right) \left(\frac{\tau_1 + \alpha'' L}{\tau + \alpha'' L} \right)^{\gamma - 1}. \tag{19}$$

Porównanie wzoru (19) i (15a) potwierdza. że istotnie błąd w P musi być większy niż w r.

5. *Dowód podobienstwa balistycznego przy stałej gęstości ładowania.*

W równaniu *Résale'a* (2) lub (2a) wielkość α_z wynosi, jak to poprzednio zaznaczyliśmy,

$$\alpha_z = \alpha - (1 - z) \left(\frac{1}{\delta} - \alpha \right),$$

jest więc jakąś funkcją z i tylko z (niezależną od Δ).

Jeżeli więc obecnie przyjmiemy Δ jako parametr, a więc jako wielkość stałą w pewnym układzie równań, w takim razie nie ma powodu zastępowania w równaniu (2a) wielkości $\frac{P}{f}$ przez inne wyrażenie.

Również nie ma potrzeby korzystania ze skomplikowanej zmiennej niezależnej τ, a wystarczy przyjęcie zmiennej

$$\rho = \frac{c}{c_0}.$$

Zauważmy, że

$$\frac{c}{Ł} = \frac{c}{c_0} \cdot \frac{c_0}{Ł} = \frac{\rho}{\Delta}.$$

Jeżeli to wstawimy w równanie (2a), to otrzymamy równanie *Résale'a* w postaci

$$z - r = \frac{P}{f} \left(\frac{\rho}{\Delta} - \alpha_z \right). \tag{I a}$$

Postępując obecnie analogicznie, jak poprzednio pod (6), otrzymamy, że

$$\frac{d^2 x}{d t^2} = \frac{d v}{d \rho} \cdot \frac{d \rho}{d t} = \frac{d v}{d \rho} \left(\frac{1}{c_0} \cdot \frac{d c}{d t} \right) = \tag{6 a}$$

$$= \frac{d v}{d \rho} \left(\frac{Ł}{c_0} \cdot \frac{1}{Ł} \cdot \sigma \cdot \frac{d x}{d t} \right) = \frac{\Delta \sigma}{Ł} v \frac{d v}{d \rho} ;$$

i w ten sam sposób

$$\frac{d z}{d t} = \frac{\Delta \sigma}{Ł} v \frac{d z}{d \rho} . \tag{7 a}$$

Postępując dalej analogicznie do dowodu przy Δ zmiennym wstawmy równania (6 a) i (7 a) w (2 a), uwzględniając powyższy wzór na $\frac{c}{Ł}$ · Otrzymamy wtedy

$$\frac{f Ł z}{\mu} = \frac{1}{\sigma} \frac{\Delta \sigma}{Ł} v \frac{d v}{d \rho} \cdot Ł \left(\frac{\rho}{\Delta} - \alpha_z \right) + \frac{\gamma - 1}{2} v^3,$$

lub

$$\frac{f Ł z}{\mu} = \Delta \cdot v \cdot \frac{d v}{d \rho} \left(\frac{\rho}{\Delta} - \alpha_z \right) + \frac{\gamma - 1}{2} v^2. \tag{2 c}$$

Podstawiając znów

$$v^2 = r \cdot \varepsilon$$

i rugując ε z obu stron równania otrzymamy ostatecznie

$$\frac{\Delta}{\gamma - 1} \left(\frac{\rho}{\Delta} - \alpha_z \right) \frac{d v}{d \rho} + r = z . \tag{II a}$$

W ten sam sposób z równania

$$\frac{\Delta \sigma}{Ł} v \frac{d z}{d \rho} = A \varphi (z) \left(\frac{\mu}{\sigma} \cdot \frac{\Delta \sigma}{Ł} v \frac{d v}{d \rho} \right)^n \tag{9 a}$$

lub

$$r^{\frac{1}{2}} \frac{dz}{d\rho} = \varphi(z) \left\{ \frac{1}{2} \frac{dr}{d\rho} \right\}^n . \varepsilon^{n-\frac{1}{2}} A . \frac{Ł^{1-n} A^{n-1}}{\sigma} \mu^n,$$

przyjmując obecnie jako parametr przy stałym Δ wartość

$$\xi_\Delta = \frac{\sigma^2}{A^2 f^{2n-1} Ł \mu}.$$

otrzymamy:

$$\text{(III a)} \qquad r^{\frac{1}{2}} \frac{dz}{d\rho} = \frac{\gamma' \Delta^{n-1}}{\xi_\Delta^{\frac{1}{2}}} \left\{ \frac{1}{2} \frac{dr}{d\rho} \right\}^n \varphi(z).$$

Zespół równań (I a), (II a) i (III a) wykazuje, że *w fazie spalania się, jeżeli:*

1) *parametr podobieństwa balistycznego* ξ_Δ,
2) *funkcja spalania się* $\varphi(z)$,
3) *warunki początkowe, tj.* z_0,
4) *gęstość ładowania* Δ

są te same,

to dla tych samych ρ *są* r, z i $\frac{P}{f}$ *te same.*

Wtedy w fazie rozprężania się mamy

$$\text{(20)} \qquad \Theta_1^{-1} = \frac{\frac{\rho_1}{\Delta} - \alpha}{\frac{1}{\Delta} - \alpha}$$

Obecnie zmienną jest wielkość ρ, a nie — jak poprzednio — τ. Dalej Θ jest wyłącznie funkcją ρ i Δ, gdyż

$$\Theta = \frac{c_0 - \alpha Ł}{c - \alpha Ł} = \frac{1 - \alpha \frac{Ł}{c_0}}{\frac{c}{c_0} - \alpha \frac{Ł}{c_0}} = \frac{1 - \alpha \Delta}{\rho - \alpha \Delta}.$$

Wobec powyższego ze wzoru (12 b) wynika, że dla dwóch różnych warunków A i B, dla których warunki początkowe oraz Δ i ξ_Δ są te same, mamy

$$M_A = M_B . \tag{12 c}$$

To samo tyczy się wielkości P_M, ponieważ

$$P_M = \frac{f Ł}{c_0 - Ł} = \frac{f \Delta}{1 - \alpha \Delta} .$$

Widać więc, że

$$\frac{P_M}{f} = \frac{\Delta}{1 - \alpha \Delta}$$

jest wyłącznie funkcją Δ. Jeżeli wstawimy to w równanie (13 a), to otrzymamy, że

$$\frac{P}{P_M} = \frac{P}{f} \cdot \frac{f}{P_M} = \frac{P}{f} \frac{1 - \alpha \Delta}{\Delta} = M \cdot \Theta^\gamma$$

lub

$$\frac{P}{f} = \frac{\Delta}{1 - \alpha \Delta} \cdot M \Theta^\gamma . \tag{13 b}$$

Zespół równań (12) i (13b) wykazuje więc, że — wobec równości (12c) — twierdzenie, wypowiedziane w fazie spalania się, pozostaje słuszne w wypadku stałego Δ i dla fazy rozprężania się.

6. *Wnioski.*

Jak z powyżej przeprowadzonej analizy wynika, podobieństwo balistyczne zarówno przy zmiennym jak przy stałym Δ zakłada następujące warunki co do wchodzących w grę wielkości fizycznych:

1) niezmienność funkcji spalania się w całym obszarze lufy,

2) stałość wykładnika potęgowego n,

3) stałość wykładnika politropy γ,

4) stałość spółczynników i i λ, wchodzących w wyraz μ,

5) stałość warunków początkowych, tj. z_0,

6) włączenie oporów biernych w μ.

Założenia 1) i 6) były przedmiotem dyskusji pod „2. Dyskusja założeń". Wykazaliśmy tam, że przyjęcie tych dwóch założeń jest w pełni uzasadnione w normalnych warunkach strzału.

Założenia 2) i 3) są niewątpliwie fizycznie fałszywe. O zmienności wykładnika n wiemy stosunkowo niedużo i raczej mamy wszelkie podstawy do przypuszczenia, że jest on tylko wygodnym skrótem funkcji bardziej zawiłej. Zbyt jednak mało o niej jeszcze wiemy, ażeby mieć jakąkolwiek podstawę do zmiany wygodnego założenia stałości wykładnika n.

Natomiast zmienność wykładnika γ mogłaby być uwzględniona, np. w sposób strefowy, jak to czyni *Cranz*. Uzyskana jednak tą drogą większa dokładność matematyczna opłaci się dopiero wtedy, gdy będziemy mieli dostateczne dane o ilości energii cieplnej pochłoniętej i wypromieniowanej przez lufę, ażeby wykładnik γ uwzględnić nie tylko w zależności od temperatur i ciśnień panujących w lufie, ale i w zależności od procentu strat cieplnych w bilansie energetycznym lufy.

Stałość spółczynnika i nie gra dużej roli, gdyż zależy ona jedynie od ciężaru masy odrzutowej, kąta skrętu i spółczynnika tarcia, przy czym tę ostatnią wielkość można zawsze traktować jako wyznaczoną doświadczalnie w danym zespole: pocisk — lufa.

Stałość spółczynnika λ jest — jakby to wynikało z analizy *Voituriez'a*—również fizycznie błędna. Przy małym sto-

sunku ciężaru ładunku do ciężaru pocisku błąd w ten sposób popełniony jest stosunkowo nieduży, zwłaszcza jeżeli przyjąć — jak to czynią np. *Gossot - Liouville* — spółczynnik λ zmienny wraz z warunkami ładowania, lecz stały w czasie całego przebiegu pocisku w lufie. Natomiast jest rzeczą możliwą, że, z chwilą gdy stosunek $\frac{L}{p}$ staje się bliski jedności, a w związku z tym szybkości znaczne, stałość spółczynnika λ w czasie przebiegu pocisku w lufie nie da się utrzymać i że koniecznym będzie znaleźć sposób na uwzględnienie jego zmienności w równaniach *Résale'a* i *Newtona.*

Założenie identyczności warunków początkowych, tj. tego samego z_0, nie stanowi poważnej przeszkody dla korzystania z podobieństwa balistycznego. W każdej bowiem metodzie balistycznej można łatwo obliczyć tabele zmienności ciśnień i szybkości w funkcji z_0 i traktować te tabele jako poprawki, które należy wprowadzić po obliczeniu lufy dla pewnego z_0, przyjętego za podstawę przy danej metodzie balistycznej. Strona jednak fizyczna zagadnienia jest trudniejsza. Wymaga ona bowiem określenia dla danej lufy i danego pocisku dokładnej wartości tak oporu wciskania, jak i jego zmienności zależnie od stanu pierścienia wiodącego pocisku, i to nie na drodze przecisku statycznego, lecz przy normalnych warunkach strzału.

Wszystkie te zastrzeżenia i uwagi odnoszą się zarówno do podobieństwa balistycznego przy stałym jak i przy zmiennym Δ. Należyte ich uwzględnienie będzie możliwe, zarówno w jednym jak i w drugim wypadku, w miarę postępu naszych metod badawczych i z tym związanej naszej znajomości zjawisk zachodzących w lufie,

Dokładność jednak matematyczna metody podobień-

stwa balistycznego przy zmiennej gęstości ładowania zawsze będzie mniejsza, niż w wypadku przyjęcia gęstości ładowania Δ jako drugiego parametru.

Jak bowiem pod „4. Analiza błędów w fazie rozprężania się" wykazałem, jeden spółczynnik α' nie może równocześnie wyrównać zmiennej α_z w fazie spalania się jak i stałej α w fazie rozprężania się. Siłą więc rzeczy metoda, która pozwala na niewprowadzanie tej średniej, musi być dokładniejsza niż ta, która średnią tę wprowadza.

Z tego punktu widzenia metody, oparte na podobieństwie balistycznym przy stałej gęstości ładowania, mają bezsprzecznie wyższość nad metodami opartymi na podobieństwie balistycznym przy zmiennej gęstości ładowania. Oczywiście jednak wyższość ta utrzyma się jedynie wtedy, jeżeli późniejsze uproszczenia i przybliżenia nie zniweczą (jak to jest np. w metodzie *Sugot'a*) swymi zbyt grubymi przybliżeniami dokładności, tkwiącej w samej zasadzie podobieństwa balistycznego przy stałej gęstości ładowania.

Jeżeliby się jednak chciało stworzyć metodę balistyczną, którąby uwzględniała w sposób należyty wszystkie wielkości wchodzące w grę przy ruchu pocisku, to niewątpliwie drogi do jej wprowadzenia poszukiwać należy w podobieństwie balistycznym przy stałej gęstości ładowania.

621 : 623.574

Płk. w st. sp. inż. NIEWIADOMSKI PAWEŁ.

WYKREŚLNY SPOSÓB WYZNACZANIA SIŁ WYSTĘPUJĄCYCH W ZESPOLE LUFA-ŁOŻE W OKRESIE STRZAŁU.

O ile układ sił na płaszczyźnie jest w równowadze, to — jak wiadomo z mechaniki — potrzeba i wystarcza, aby algebraiczne sumy rzutów sił na dwie dowolnie obrane prostopadłe osie były równe zeru

$$\sum_{i=1}^{i=n} X_i = 0 \qquad \sum_{i=1}^{i=n} Y_i = 0$$

i suma algebraiczna momentów sił względem dowolnego punktu była równa zeru

$$\sum_{i=1}^{i=n} (X_i y_i - Y_i x_i) = 0$$

Jest to analityczny obraz stanu równowagi układu sił, któremu w statystyce wykreślnej odpowiada następujące twierdzenie:

„Jeżeli układ sił działających na ciało sztywne znosi się, to

a. wielobok sił musi być zamknięty i

b. wielobok sznurowy powinien być zamknięty".

Korzystając z tego, iż twierdzenie to jest odwracalne, możemy wyznaczyć siły występujące w zespole lufa-łoże w okresie strzału stosując następującą metodę wykreślną:

Kreślimy schemat danej części działa w skali i określonym położeniu, nanosimy nań znane kierunki działania poszczególnych sił; kreśląc obok wielobok sił i obierając dowolny biegun momentów, sporządzamy na wykreślonym schemacie danej części działa wielobok sznurowy; biorąc pod uwagę zależność węzłów i trojkątów, jaka zachodzi między wielobokiem sił a sznurowym, określamy z tych wykresów kierunki i wielkości sił nieznanych.

PRZYKŁAD I.

Wyznaczyć reakcje K_1 i K_2 w krańcowych punktach zetknięcia się płóz lufy z wodzidłami kołyski, tarcia fK_1 i fK_2 w tych punktach, oraz F — wysiłek oporopowrotnika w chwili zaprzestania działania gazów prochowych (na długości odrzutu $X=0,1\ L$, gdzie L jest całkowita długość odrzutu); kierunki reakcyj K_1 i K_2 tarć fK_1 i fK_2 i siły F są znane. Dane są: schemat części działa „zespół odrzutowy — kołyska" w skali (rys. 1), ciężar zespołu odrzutowego Q_r i położenie środka jego ciężkości — punkt j, całkowity opór przeciwstawiany odrzutowi R_1 przy danym kącie α podniesienia lufy i spółczynnik tarcia płóz lufy po wodzidłach kołyski $f=0,15$.

Obierając punkt *j* na schemacie danej części działa za biegun momentów, kreślimy z punktu *j* pionową siłę Q_2 i siłę R_1 — w kierunku równoległym do osi lufy; w krańcowych punktach zetknięcia się płóz lufy z wodzidłami kołyski nanosimy kierunki reakcyj K_1 *i* K_2, kierunki tarć fK_1 i fK_2 oraz — kierunek siły *F*.

Obok schematu kreślimy w obranej skali wielobok sił, a więc prostą $ab = R_1$ i do niej równoległą, a z punktu b — prostą $bc = Q_r$ i do niej równoległą; punkt a łączymy z punktem c.

Na schemacie danej części działa z punktu j kreślimy prostą $jk // ac$ (z wieloboku sił) aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji K_2 w punkcie k; punkt k łączymy z punktem m przecięcia kierunków siły F i reakcji K_1.

Na wieloboku sił z punktu a nanosimy kierunek reakcji K_1, a z punktu c — kierunek reakcji K_2 i z punktu a kreślimy prostą $ap // km$ (ze schematu danej części działa) do jej przecięcia w punkcie p z kierunkiem reakcji K_2, a z punktu p — prostą równoległą do kierunku siły F (ze schematu danej części działa) aż do jej przecięcia w punkcie e z kierunkiem reakcji K_1; z punktu p nanosimy kierunek tarcia fK_2, a z punktu e — kierunek tarcia fK_1.

Odchylając na wieloboku sił kierunki normalnych reakcyj K_1 i K_2 o kąt tarcia $\rho = 8{,}5^0$ *($tg\ \rho = 0{,}15$)* do przecięcia kierunku reakcji K'_1 w punkcie n z kierunkiem tarcia fK_1 i w punkcie d — kierunku reakcji K'_2 z kierunkiem tarcia fK_2, otrzymamy zamknięty wielobok sił, na którym będą wyznaczone wypadkowe reakcje płóz lufy na wodzidła kołyski $K'_1 = an$ i $K'_2 = cd$, normalne reakcje $K_1 = ae$ i $K_2 = cp$, tarcia $fK = en$ i $fK_2 = dp$, oraz wysiłek oporopowrotnika $F = ed$.

PRZYKŁAD II.

Wyznaczyć poziomą reakcję B i pionową reakcję N na lemiesz, oraz reakcję N_k w punktach K zetknięcia się kół z ziemią w chwili zaprzestania działania gazów prochowych (na długości odrzutu $X = 0{,}1\ L$, gdzie L jest całkowita

długość odrzutu); kierunki reakcyj B, N_c i N_k są znane. Dane są: schemat działa (rys. 2) w skali, ciężar zespołu lufa-łoże Q_t i położenie środka jego ciężkości — punkt g oraz całkowity opór przeciwstawiany odrzutowi R_1 przy danym kącie α podniesienia lufy.

Obierając na schemacie danego działa punkt *j* przecięcia kierunków sił Q_t i R_1 za biegun momentów, nanosimy nań kierunki reakcji *B*, N_c i N_k.

Obok schematu kreślimy w obranej skali wielobok sił, a więc prostą $ab = R_1$ i do niej równoległą, a z punktu *b* — prostą $bc = Q_t$ i do niej równoległą; punkt *a* łączymy z punktem *c*.

Na schemacie danego działa z punktu *j* kreślimy prostą $jk \parallel ac$ (z wieloboku sił) aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji N_c w punkcie *k;* punkt *k* łączymy z punktem *m* przecięcia kierunków reakcji *B* i N_k.

Na wieloboku sił z punktu *a* nanosimy kierunek reakcji *B*, a z punktu *c* kierunki reakcyj N_c i N_k do przecięcia z kierunkiem reakcji *B* w punkcie *e;* kreśląc z punktu *a* prostą $ad \parallel km$ (ze schematu danego działa) aż do jej przecięcia w punkcie *d* z kierunkiem reakcji N_c, otrzymamy zamknięty wielobok sił, na których będą wyznaczone reakcje $B = ae$ $N_c = cd$ i $N_k = de$.

PRZYKŁAD III.

Wyznaczyć reakcję 2τ na czopy kołyski i reakcję S na łuk mechanizmu podniesień w dziale o zależnej linii celowania i bez odciążacza w chwili zaprzestania działania gazów prochowych (na długości odrzutu $X = 0{,}1$ L, gdzie L jest całkowita długość odrzutu); kierunek reakcji S jest znany. Dane są: schemat zespołu obrotowego (rys. 3) w

skali, ciężar zespołu obrotowego Q_c i położenie środka jego ciężkości — punkt o, oraz całkowity opór przeciwstawiany odrzutowi R_1 przy danym kącie α podniesienia lufy.

Obierając na schemacie danego zespołu obrotowego punkt *j* przecięcia kierunków sił Q_c i R_1 za biegun momentów, nanosimy nań kierunek reakcji *S*.

Obok schematu danego zespołu obrotowego kreślimy w obranej skali wielobok sił, a więc prostą $ab = R_1$ i do niej równoległą, z punktu *b* — prostą $bc = Q_c$ i do niej równoległą; punkt *a* łączymy z punktem *c*.

Na schemacie danego zespołu obrotowego z punktu *j* kreślimy prostą $jk \parallel ac$ (z wieloboku sił) aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji *S* w punkcie *k*; łącząc punkt *k* z osią czopów kołyski, otrzymamy prostą, której przedłużenie przedstawia kierunek reakcji 2τ na czopy kołyski.

Na wieloboku sił z punktu *c* nanosimy kierunek reakcji *S*, kreśląc z punktu a prostą $ad \parallel 2\tau$ (ze schematu danego zespołu obrotowego) aż do jej przecięcia w punkcie *d* z kierunkiem reakcji *S*, otrzymamy zamknięty wielobok sił, na którym będą wyznaczone reakcje $2\tau = ad$ i $S = cd$.

PRZYKŁAD IV.

Wyznaczyć reakcję 2τ na czopy kołyski i reakcję S na łuk mechanizmu podniesień w dziale o niezależnej linii celowania z odciążaczem w chwili zaprzestania działania gazów prochowych (na długości odrzutu $X = 0{,}1\ L$, gdzie L jest całkowita długość odrzutu); kierunek reakcji S jest znany. Dane są: schemat zespołu obrotowego (rys. 4) w

skali, ciężar zespołu obrotowego Q_c i położenie środka jego ciężkości — punkt j, całkowity opór przeciwstawiany odrzutowi R_1 i reakcja T odciążacza przy danym kącie α podniesienia lufy.

Celem uproszczenia wyznaczania reakcji na czopy kołyski i reakcji na łuk mechanizmu podniesień w danym wypadku usuwamy jeden punkt podparcia bądź na zewnętrznym, bądź na wewnętrznym łuku mechanizmu podniesień zakładając, że wskutek luzów istotnie łuk zębaty mechanizmu podniesień może być nie podparty w tym punkcie; stąd np. obliczamy na razie reakcję S_1 na łuk mechanizmu podniesień w punkcie zaczepienia z dolnym kółkiem zębatym i reakcję $2\tau_1$ na czopy kołyski przy istnieniu tylko reakcji S_1 a następnie — reakcję S_2 na łuk mechanizmu podniesień w punkcie zaczepienia z górnym kółkiem zębatym i reakcję $2\tau_2$ na czopy kołyski przy istnieniu reakcji S_2 *).

Obierając na schemacie danego zespołu obrotowego punkt *j* przecięcia kierunków sił Q_c i R_1 za biegun momentów, nanosimy nań kierunki reakcji S_1 i reakcji *T*.

Obok schematu danego zespołu obrotowego kreślimy w obranej skali wielobok sił, a więc prostą $ab = R_1$ i do niej równoległą, a z punktu *b* — prostą $bc = Q_c$ i do niej równoległą; punkt *a* łączymy z punktem *c;* z punktu *c* kreślimy prostą $cd = T$ i do niej równoległą, a z punktu *d* nanosimy kierunek reakcji S_1 i punkt *d* łączymy z punktem *a*.

Na schemacie danego zespołu obrotowego z punktu *j* kreślimy prostą $jk \parallel ac$ (z wieloboku sił), aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji *T* w punkcie *k;* a z punktu *k* — prostą $km \parallel ad$ (z wieloboku sił), aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji S_1 w punkcie *m;* łącząc punkt *m* z osią

*) Reakcje S_2 i $2\tau_2$ wyznacza się w sposòb identyczny z wyznaczeniem S_1 i $2\tau_1$.

czopów w punkcie *o*, otrzymamy prostą *om*, która przedstawia kierunek reakcji $2\tau_1$ na czopy kołyski.

Wreszcie na wieloboku sił kreśląc z punktu *a* kierunek reakcji $2\tau_1$, aż do jej przecięcia w punkcie *e* z kierunkiem reakcji S_1, otrzymamy zamknięty wielobok sił, na którym będą wyznaczone reakcje $2\tau_1 = ae$ i $S_1 = de$.

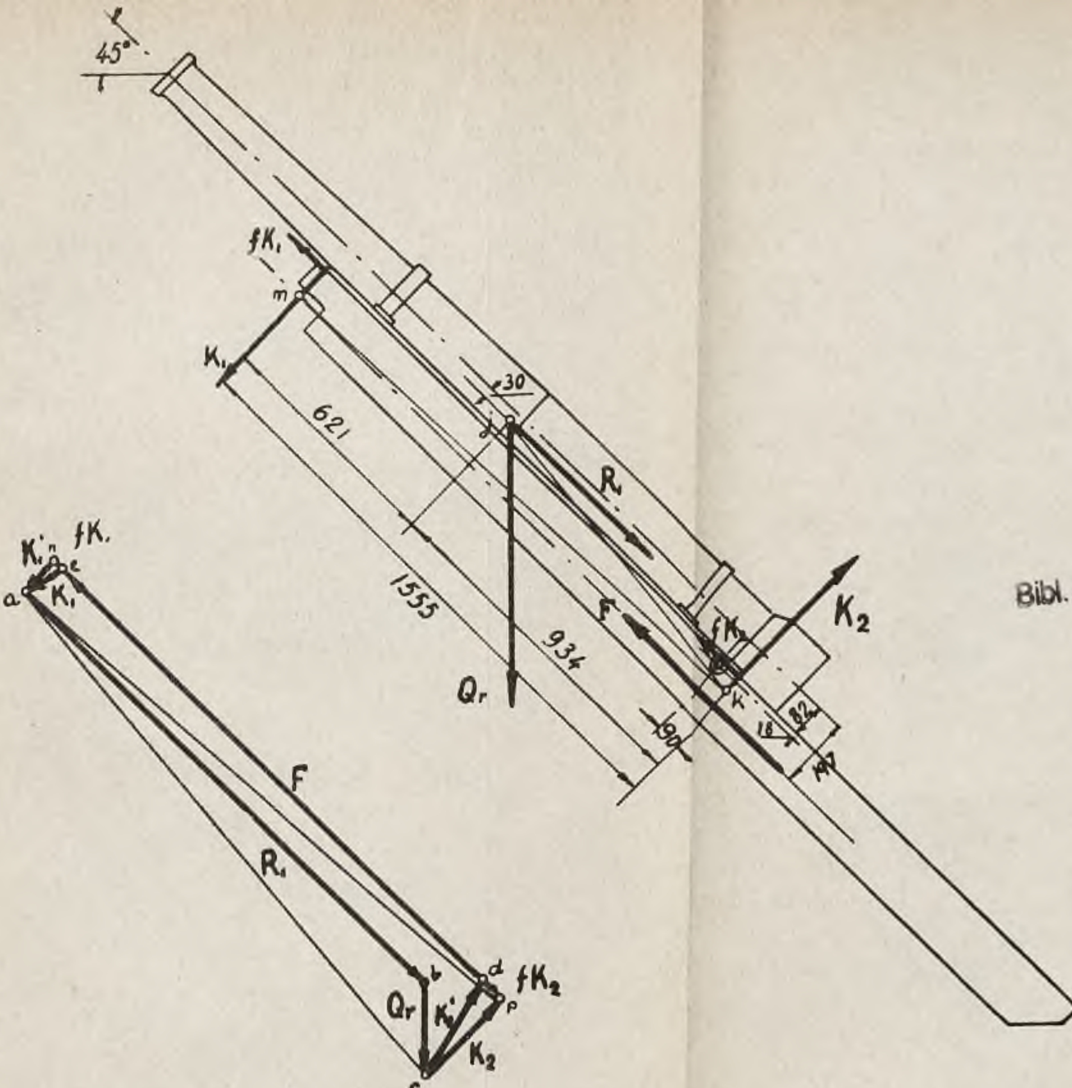
PRZYKŁAD V.

Wyznaczyć reakcję A na pionową oś w górnej łapie podtrzymującej górne łoże i poziomą reakcję B na pionową oś górnego łoża (w dolnym wsporniku) w dwuogonowym łożu działa typu Schneidera. Dane są: schemat górnego łoża (rys. 5) w skali, ciężar górnego łoża Q_g i środek jego ciężkości — punkt g, reakcja 2τ na czopy kołyski i reakcja S na łuk mechanizmu podniesień przy danym kącie α podniesienia lufy.

Obierając na schemacie danego łoża górnego punkt *j* przecięcia kierunków siły *Q* i reakcji 2τ za biegun momentów, nanosimy nań kierunki reakcji *B* i *S*.

Obok schematu danego łoża górnego kreślimy w obranej skali wielobok sił, a więc prostą $ab = 2\tau$ i do niej równoległą, a z punktu *b* — prostą $bc = Q_g$ i do niej równoległą; punkt *a* łączymy z punktem *c;* z punktu *c* kreślimy prostą $cd = S$ i do niej równoległą i łączymy punkt *d* z punktem *a;* z punktu *d* nanosimy kierunek reakcji *B*.

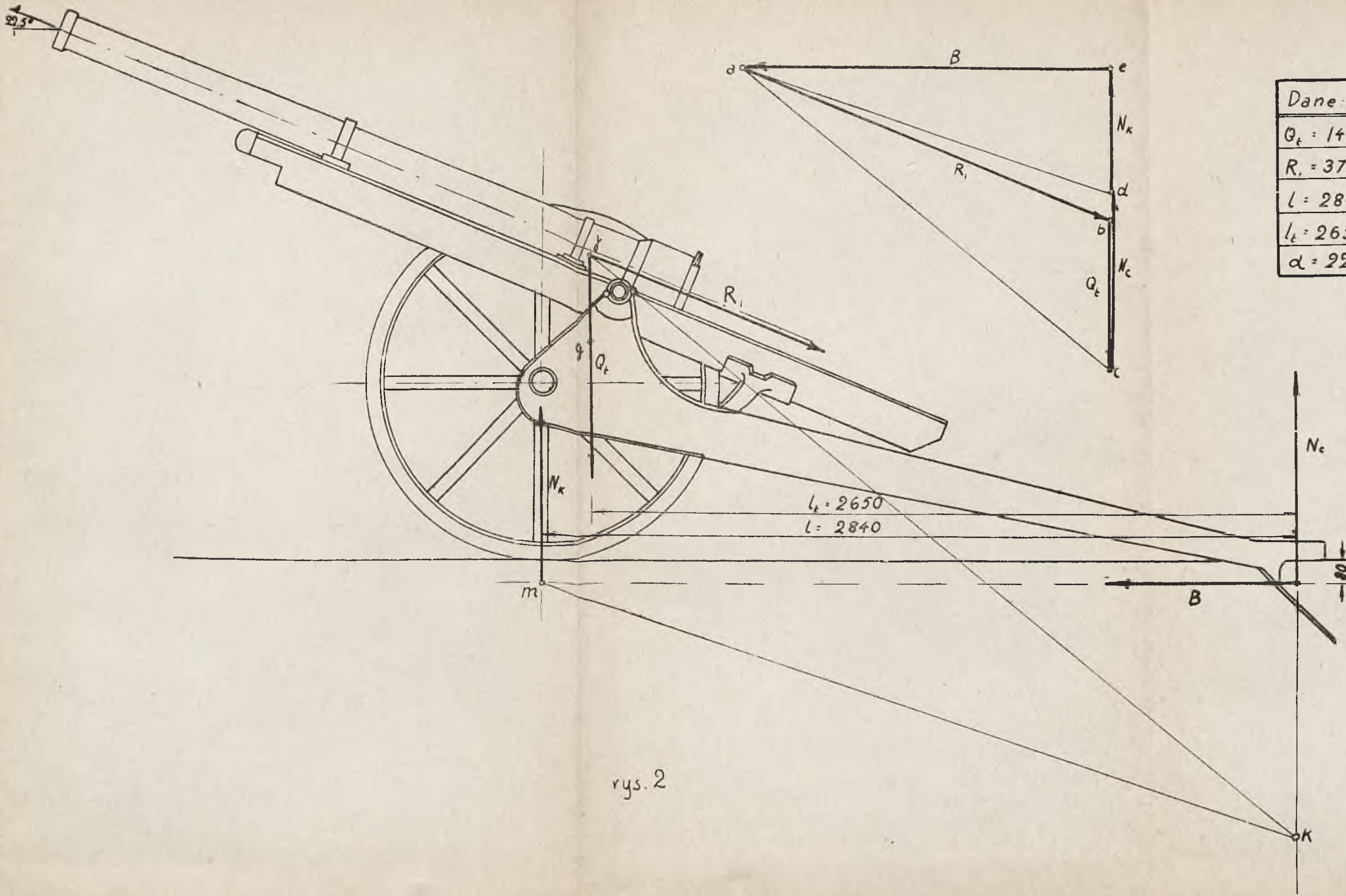
Na schemacie danego łoża górnego z punktu *j* kreślimy prostą $jk // ac$ (z wieloboku sił) aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji *S* w punkcie *k;* z punktu *k* kreślimy prostą $km // ad$ (z wieloboku sił) aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji *B* w punkcie *m;* punkt *m* łączymy z punktem *n* — przyczepienia reakcji *A;* prosta *mn* przedstawia kierunek reakcji *A*.



Skala rys 1:20

Skala sił 1mm - 50kg.

Dane:	Wyznaczone:
R_1 = 3750 kg.	K_1 = 200 kg.
Qr = 585 kg.	K_2 = 600 kg.
α = 45°	$f(K_1+K_2)$ = 120 kg.
f = 0.15	F = 4000 kg.

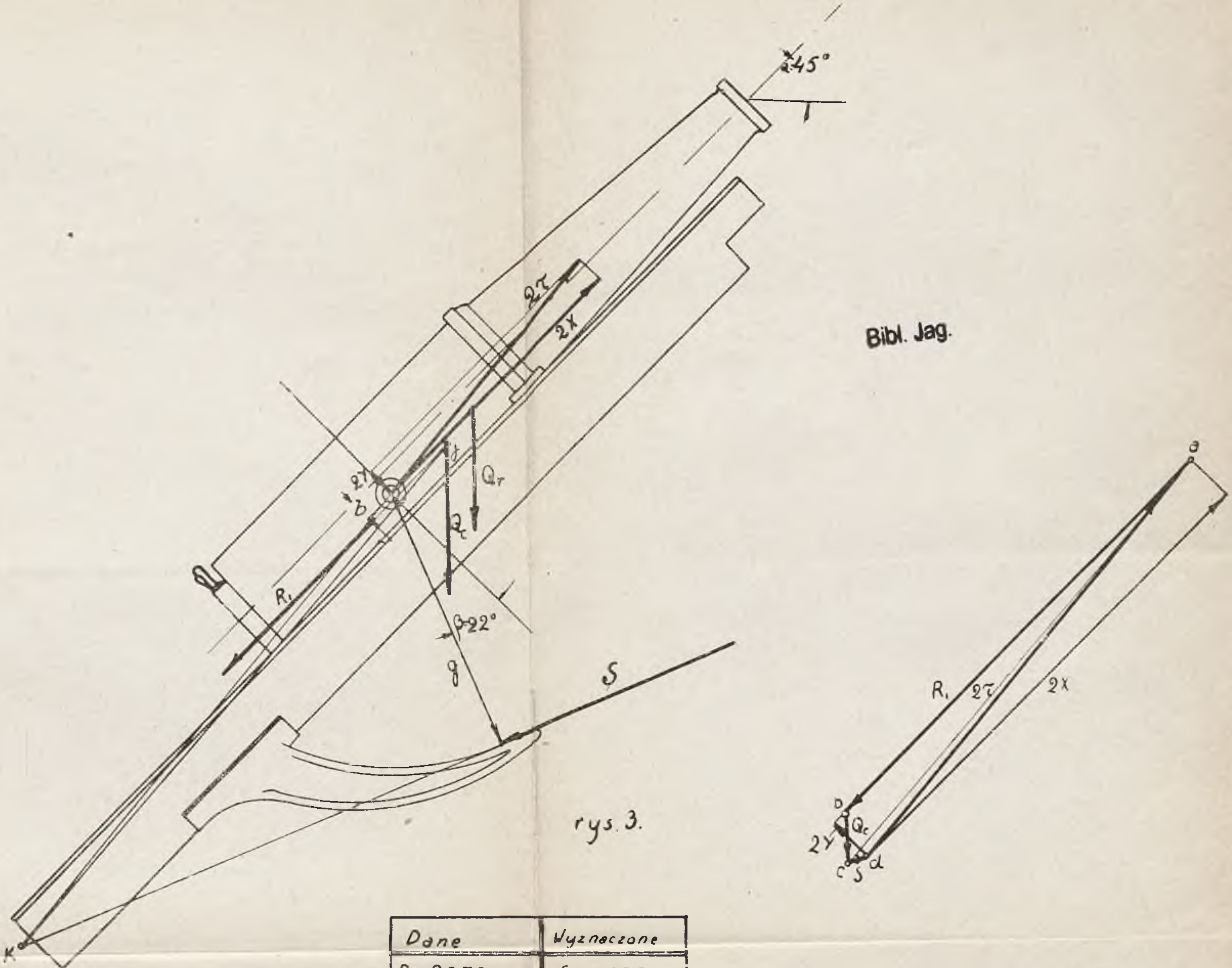


Dane:	Wyznaczone:
$Q_t = 1400$ kg	$N_c = 1711$ kg
$R_1 = 3750$ kg	$N_K = 1103$ kg
$l = 2840$ mm	$B = 3465$ kg
$l_t = 2650$ mm	
$\alpha = 22°30'$	

Skala długości 1:20

Skala sił 1mm = 50kg

rys. 2

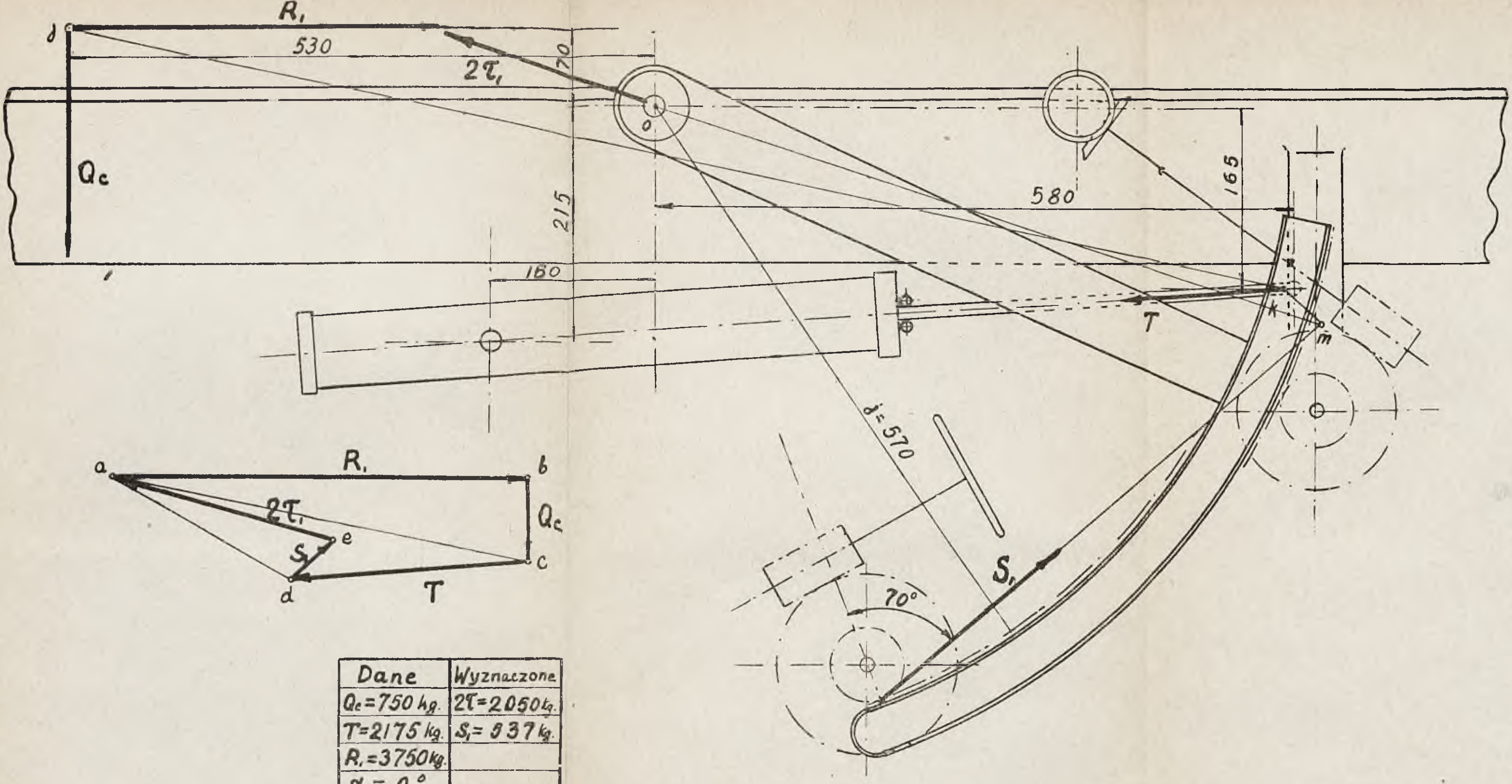


rys. 3.

Dane	Wyznaczone
R_1 = 20700 kg	S = 1585 kg
Q_c = 1940 kg	2X = 23541 kg
Q_r = 1590 kg	2Y = 777 kg
b = 65 mm	2τ = 23553 kg
g = 920 mm	
α = 45°	
β = 22°	

Skala rys. 1:20

Skala sił 1mm = 250 kg.

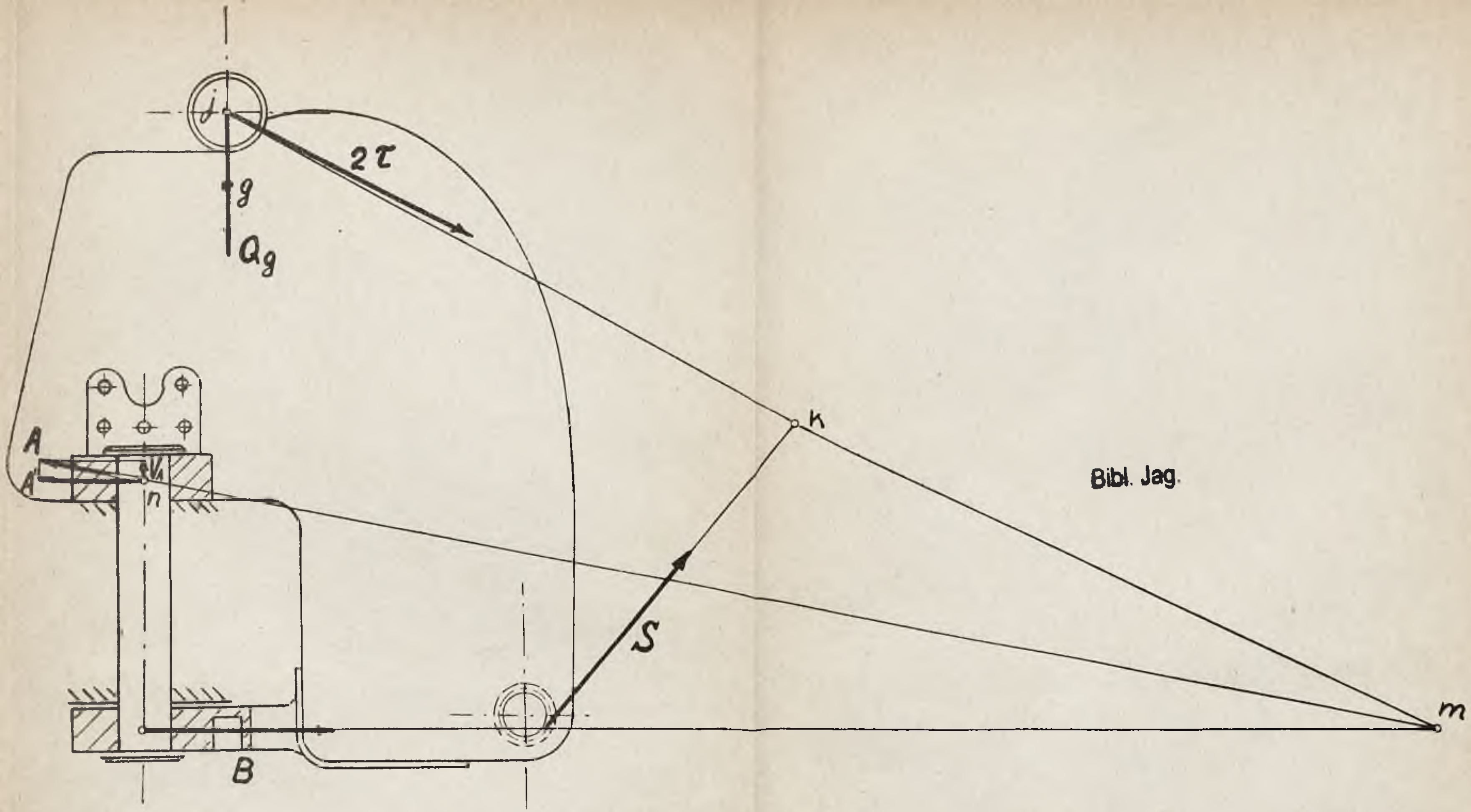


Dane	Wyznaczone
$Q_c = 750$ kg.	$2\tau = 2050$ kg.
$T = 2175$ kg.	$S_1 = 537$ kg.
$R_1 = 3750$ kg.	
$\alpha = 0°$	

Skala rys. 1:5

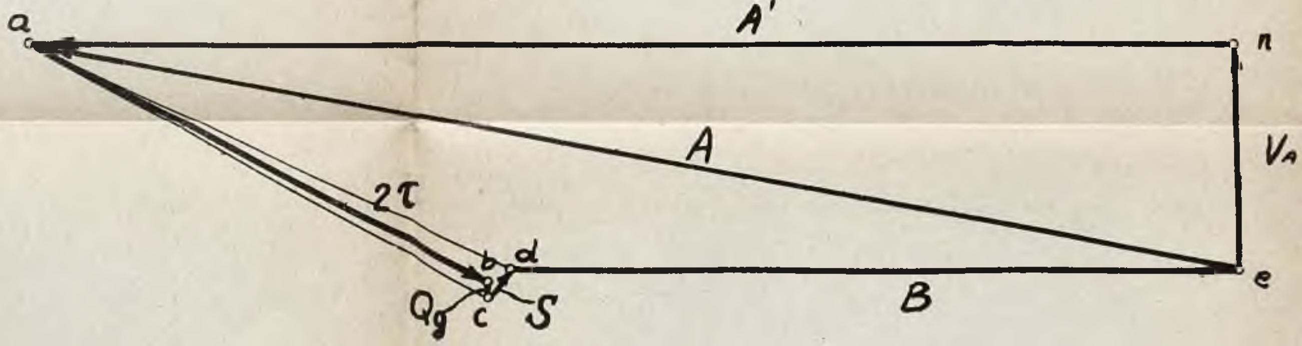
Skala sił 1mm = 50kg.

Rys. 4



Rys 5.

Dane	Wyznaczone
$2\tau = 17050$ kg.	$B = 25000$ kg.
$Q_g = 400$ kg.	$A' = 40750$ kg.
$S = 1100$ kg.	$V_n = 7520$ kg.



Skala rys. 1:10

Skala sił 1mm = 250 kg.

Następnie na wieloboku sił kreśląc z punktu *a* prostą *ac*//*mn* (ze schematu danego łoża górnego) aż do jej przecięcia z kierunkiem reakcji *B* w punkcie *e*, otrzymamy zamknięty wielobok, na którym będą wyznaczone reakcje: $A = ac$ i $B = de$; $V_A = en$ i $A' = an$, są to pionowa i pozioma składowe reakcji *A*.

Metoda wykreślna zastosowana w wyżej podanych przykładach jest jasna i prosta, a w pracy dogodna, bo głównymi jej przyborami są: para ekierek, kątomierz i skala.

Metoda ta pozwala, oczywiście w granicach dokładności rysunku, na uwzględnienie wszystkich poszczególnych wypadków, w jakich może znaleźć się sprzęt w czasie działania; a więc pozwala uwzględnić poszczególne fazy odrzutu i wywołaną tym zmianę położenia środka ciężkości masy odrzutowej, masy obrotowej i całego działa; pozwala uwzględnić zmianę kątów podniesienia i jej wpływ na położenie środka ciężkości, a nawet — zmianę kątów kierunkowych.

W porównaniu z metodą analityczną nie obarcza ona pamięci ciężkim balastem długich wzorów, jest niezależna od dokładności przyrządu rachującego, oraz odpada tu konieczność kontrolowania żmudnych rachunków, co nie zawsze jest rzeczą prostą i łatwą.

Przy przeprowadzaniu licznych obliczeń analitycznych i sprawdzeniu wyników tą metodą wykreślną okazało się, że różnice tu dochodzą jedynie do wielkości 0,5—1%, i to przy zastosowaniu stosunkowo małej skali rysunku (skala rys. 1:10, skala sił 1 mm=50 kg); dokładność tej metody w rzeczy samej możemy jeszcze zwiększyć, stosując większą skalę, szczególnie w tych wypadkach, w których zależy nam bardzo na dokładności.

DUNIN-MARCINKIEWICZ EUGENIUSZ.

PRZYGOTOWANIE PRZEMYSŁU UZBROJENIOWEGO NA WYPADEK WOJNY *).

Nie tylko niejeden przeciętny obywatel, lecz nie każdy nawet specjalista wojskowy zdaje sobie całkowicie sprawę, jak przedstawia się zagadnienie zaopatrzenia wojska podczas wojny. Najlepszym przykładem tego mogą służyć rosyjscy oficerowie Sztabu Głównego, którzy przed wojną światową określili wysokość zapotrzebowania wojska na wypadek wojny. Nie dość tego, że ich posunięcia doprowadziły Rosję do znanego „głodu amunicyjnego" oraz braku karabinów i dział w 1915 roku, ale wychodząc z założenia, iż wojsko rosyjskie posiada nadmiar zapasów uzbrojenia, odstąpili swoim przyszłym przeciwnikom — Bułgarom 25.000 karabinów Berdana oraz 50.000 karabinów 3 liniowych, a Serbom i Mongołom — 130.000 karabinów 3 liniowych z odpowiednią ilością amunicji. Zresztą i fachowcy innych państw, które brały udział w wojnie światowej, również nie zdawali sobie sprawy z ogromu zagadnienia dostarczenia walczącym armiom potrzebnego uzbrojenia,

*) Podane w artykule liczby dotyczące sprzętu, amunicji, wytwórczości, fabryk itp. są wzięte przykładowo i mogą służyć jako podstawa dla rzeczywistych obliczeń; chodzi tu bowiem tylko o metodę obliczeń. — (Red.).

materiału fortyfikacyjnego, taboru kolejowego, umundurowania, wyżywienia i t. p.

W poniższych rozważaniach poruszymy sprawę jedynie uzbrojenia, traktując inne dziedziny wyposażenia wojskowego tylko pobieżnie.

Aby dalsze wnioski mogły nosić charakter praktyczny, musimy wyjść z pewnych liczbowych założeń. Wobec tego postawmy sobie następujące zadanie: Jak ma wyglądać zaopatrzenie wojska w broń i amunicję tak pod względem zapasu „Mob", jako też pod względem stałego dostarczania amunicji oraz uzupełniania w broń. W tym celu załóżmy, iż pewne fikcyjne omawiane wojsko składa się np. z 1 miliona ludzi i tworzy 100 dywizyj piechoty z odpowiednimi formacjami, jak artyleria, kawaleria, lotnictwo, broń pancerna i t. p. oraz że wojsko to w ciągu 8 miesięcy prowadzi walkę ruchową, a w ciągu 4 miesięcy w roku — walkę pozycyjną.

Ponadto załóżmy, iż te 100 dywizyj tworzą 34 korpusy należące do 10 armij.

Na podstawie doświadczenia z wojny światowej oraz opierając się na doświadczeniach wojen późniejszych, zakładamy pewne dotacje naboi przypadających na jednostkę broni. Należy przy tym zaznaczyć, iż wobec wzięcia pod uwagę ruchowego charakteru przyszłej wojny dotacja naboi artyleryjskich, szczególnie naboi do artylerii ciężkiej, została nieco zmniejszona w porównaniu z dotacją z czasów wojny światowej.

Wobec powyższego omawiane wojsko będzie musiało w swoich oddziałach i zapasach „Mob" posiadać poniższe ilości sprzętu i amunicji (bierzemy tylko żołnierzy liniowych nie licząc formacyj zapasowych, etapów, szpitali i t. p.):

L. p.	Broń	Ilość broni	Ilość nabojów na jednostkę	na całe wojsko	w zaokrągleniu
1	karabinów	600.000	1.000	600 000.000	600 milionów
2	r. k. m.	32.400	5.000	162.000.000	160 „
3	c. k. m.	10.080	10.000	100.800.000	100 „
4	granatników	16.200	600	9.720.000	10 „
5	moździerzy batal.	1.800	500	900 000	0.9 „
6	„ pułkow.	600	400	240.000	0,24 „
7	granatów ręcznych	na 400.000 żołn.	30	12.000.000	12 „
8	armat przeciwczołg.	1.200	400	480 000	0,48 „
9	„ piechoty	1.200	1.000	1.200.000	1,2 „
10	„ lekkich	3.600	1.700	6.120.000	6,1 „
11	hb lekkich	1.200	1.000	1.200.000	1,2 „
	Dla artylerii korpusów:				
12	hb 155 mm	816	250	204.000	0,2 „
13	armat 105 mm	408	350	142.800	0,14 „
14	„ 120 mm	408	200	81.600	0,08 „
	Dla artylerii armii i do dyspozycji naczelnego dowództwa:				
15	armat najcięższych	145	100	14.500	15 tysięcy
16	haubic	145	100	14.500	15 tysięcy
	Dla uzbrojenia kawalerii, obsługi artylerii, lotnictwa, saperów i t. p.				
17	karabinów	250.000	200	50.000.000	50 milionów
18	karab. maszynow.	1.200	2.500	3.000.000	3 „
19	armat lekkich	450	500	225.000	0,2 „

W sumie w zapasach „Mob" musimy posiadać naboi karabinowych ok. 915.000.000 sztuk. W tej liczbie muszą być również pociski zapalające, świetlne, pancerno-świetlne i t. p.

Zakładamy, iż powyższe zapasy wojsko posiada. Jak te zapasy amunicji wyglądają z punktu widzenia surowców i fabrykatów, świadczy poniższa tabela:

L. p.	NABOJE	Ilość naboi	Do ich wyrobu potrzeba ton:							
			stali	mosiądzu i miedzi	melchioru	stopów cynku i ołowiu	prochów karabin.	prochów działow.	materiałów kruszących	rtęci piorunuj.
1,2,3,17,18	naboje karab.	915 mil.	—	9.150	2.700	5.500	9.150	—	—	9,15
4	granatnik.	10 „	5.000	50	—	500	50	—	1.000	6.00
5	moździ. bat.	0,9 „	3.600	90	—	—	45	—	450	0,54
6	moździ. pułk.	0,24 „	2.400	480	—	—	—	36	720	0,14
7	gran. ręczn.	12 „	3.600	—	—	360	—	—	600	7,20
8	arm. p. czołg.	0,48 „	500	480	—	—	—	50	50	0,29
9	„ piech.	1,2 „	2.400	600	—	—	—	300	1.200	0,72
10	„ lekkich	6,3 „	31.500	6.300	—	—	—	4.410	3.150	3,78
11	hb „	1,2 „	12.000	300	—	—	—	600	1.800	0,72
12	„ 155 mm	0,2 „	6.800	400	—	—	—	400	2.000	0,12
13	arm. 105 mm	0,14 „	1.680	420	—	—	—	280	210	0,07
14	„ 120 mm	0,08 „	1.600	80	—	—	—	320	320	0,04
15	„ najcięż.	15 tys.	900	15	—	—	—	60	120	0,06
16	hb „	15 tys.	900	15	—	—	—	30	150	0,06
	Razem	—	72.880	18.380	2.700	6.360	9.245	6.466	11.770	28,89

Na zaopatrzenie w amunicję artylerii przeciwlotniczej, czołgów, pociągów pancernych, lotnictwa, karabinów maszynowych lotn. i t. p. dodajemy 15%. Wtedy otrzymamy, że zapasy „mob" w tonach będą tak się przedstawiały:

15%	—	10.932	2.757	405	954	1.387	970	1.666	4,33
Ogółem	—	83.812	21.137	3.105	7.314	10.632	7.436	13.436	33

Taką ilość ton różnych materiałów musi wojsko posiadać w swoich zapasach „Mob" w postaci gotowych naboi, częściowo zaś w postaci półfabrykatów, gdyż w powyższym zestawieniu przyjęliśmy, iż nie na wszystkie naboje mamy łuski; zrobiliśmy to w celu zaoszczędzenia mosiądzu.

Amunicji tej powinno starczyć na pierwsze 3—4 miesiące wojny. W tym okresie czasu przemysł krajowy powinien zakończyć swoją mobilizację i zacząć regularne dostarczanie wojsku potrzebnej amunicji.

Określamy teraz, jakiej ilości tej amunicji będzie wymagało to samo wojsko, co miesiąc oraz w ciągu roku wojny: 8 miesięcy ruchowej i 4 miesiące pozycyjnej.

Przyjmując, iż natężenie 1 miesiąca walki pozycyjnej równa się 25% natężenia walki ruchowej, z punktu widzenia rozchodu amunicji, będziemy mieli, iż 4 miesiące walki pozycyjnej równa się jednemu miesiącowi walki ruchowej. Wobec tego zapotrzebowanie amunicji przedstawia się wg. doświadczeń następująco: (p. tabl. na str. 201).

Z tego zestawienia widzimy, iż naboi karabinowych musimy dostarczyć co miesiąc:

$162 + 48.6 + 21.2 + 37.5 + 0,72 = 270$ milionów,

Naboi zaś do armat lekkich

$1,62 + 0,0675 = 1.687.500$ sztuk.

Zobaczmy z kolei rzeczy, jak przedstawia się sprawa wytwórni, które muszą dostarczyć wojsku co miesiąc po-

L. p.	BROŃ	Ilość broni	Potrzeba naboi na jednostk. na 1 dzień	dla wojska na 1 miesiąc		dla wojska na rok (= 9 mies.)	
1	karabiny	600000	9	162	miliona	1458	milionów
2	r. k. m.	32400	50	48,6	„	437,5	„
3	c. k. m.	10080	70	21,2	„	190,8	„
4	granatniki	16200	10	4,86	„	43,74	„
5	moźdz. batal.	1800	10	0,54	„	4,86	„
6	„ pułk.	600	10	0.18	„	1,62	„
7	gran. ręczne	2/3 piech.	5	60,0	„	540.0	„
8	arm. p-czołg.	1200	3 1/3	0,12	„	1,08	„
9	„ piechoty	1200	5	0,18	„	1,62	„
10	„ lekkie	3600	15	1,62	„	14.58	„
11	hb. „	1200	12	432	tysięcy	3,888	„
12	hb. 155 mm	816	8	196	„	1.764	„
13	arm. 105 mm	408	10	122	„	1,098	„
14	„ 120 mm	408	6	73	„	657	tysięcy
15	„ najc.	145	3 1/3	14,5	„	130	„
16	hb. „	145	3 1/3	14,5	„	130	„
17	karabiny	250000	5	37,5	miliona	337,5	miliona
18	kar. masz.	1200	20	0,72	„	6.48	„
19	armaty lekkie	450	5	67,5	tysięcy	606,5	tysięcy

trzebną ilość amunicji. Na razie dla uproszczenia załóżymy, iż fabryki produkujące amunicję artyleryjską wykonują od „a" do „z", to znaczy w odniesieniu do amunicji artyleryjskiej: wytłaczają i obrabiają skorupy pocisków, wyrabiają łuski, zapłonniki, wszystkie części zapalników, następnie nabijają skorupy materiałem wybuchowym, zapłonniki

— prochem, łuski — prochem, montują i nabijają zapalniki, a wreszcie zespalają i wykańczają naboje.

W odniesieniu do amunicji brzechwowej: odlewają skorupy, mechanicznie obrabiają skorupy, wykonują brzechwy, zapalniki, łuski typu myśliwskiego, nabijają wszystkie części i montują naboje. Takie fabryki spotyka się co prawda rzadko.

Zachowując poprzednio przyjętą kolejność, podajemy ilość potrzebnych do wykonania powyższego planu wytwórni:

L. p.	Wytwórnie wyrabiające amunicję	przypuszczalna miesięczna prod. naboi*)	Potrzebna ilość wytwórni:
1, 2, 3, 17 i 18	karabinową	25.000.000	11
4	do granatników	100.000	48
5	„ moźdz. batalionowych	50.000	10
6	„ „ pułkowych	40.000	4
7	granaty ręczne	2.000.000	30
8	do armat p-czołg.	90.000	2
9	„ armat piechoty	90.000	2
10 i 19	„ „ lekkich	90.000	18
11	„ hb „	43.000	10
12	„ „ 155 mm	24.000	8
13	„ armat 105 mm	41.000	3
14	„ „ 120 mm	36.000	2
15	„ „ najcięższych	14.500	1
16	„ hb „	14.500	1
	Razem potrzeba wytwórni:		150

*) Poczynając od 4-go miesiąca wojny.

Do tego należy dodać fabryki prochów i materiałów kruszących. Jak to zobaczymy niżej, miesięczna produkcja prochów powinna wynosić 6000 ton oraz miesięczna produkcja materiałów wybuchowych — 8000 ton. Biorąc za podstawę, iż zdolność produkcyjna tych fabryk będzie wynosiła dziennie 6 partyj po 5.000 klg., czyli 30.000 kg, dziennie i licząc w miesiącu 25 dni — będziemy mieli miesięczną produkcję 750 ton. Wobec tego będziemy potrzebowali 8 fabryk prochu oraz 11 fabryk materiałów kruszących. Widzimy więc, iż potrzeba aż *169 wytwórni* ze zdolnością produkcyjną jak podano wyżej. Zestawienie to warto rozpatrzyć bliżej. Od razu rzuca się w oczy olbrzymia ilość wytwórni wyrabiających amunicję do granatników: wypadło ich aż 48. Następnie — duża ilość fabryk wyrabiających granaty ręczne (30) przy olbrzymiej ich produkcji: 2 miliony granatów ręcznych miesięcznie. Dalej — 11 fabryk amunicji karabinowej oraz 18 fabryk amunicji do armat lekkich.

Jednakże w rzeczywistości takich fabryk uniwersalnych, wyrabiających wszystkie części naboju oraz elaborujących i montujących, w żadnym Państwie w takiej ilości nie znajdziemy. Wobec tego będziemy zmuszeni korzystać z istniejących fabryk i fabryczek po odpowiednim ich przystosowaniu do potrzeb uzbrojenia.

Będziemy wtedy mieli wytwórnie, które np. będą odlewały tylko skorupy i w najlepszym razie obrabiały takowe. Zapalniki będą robiły inne wytwórnie, inne znów będą nabijały skorupy, zapłonniki, zapalniki, oraz scalały naboje. Poza tym nie uwzględniliśmy jeszcze wytwórni wyrabiających rtęć piorunującą, oraz spłonki zapalające i pobudzające. Sprawę tę rozpatrzymy poniżej. Przed tym jednak określimy ilość nowych surowców oraz fabrykatów potrzebnych wojsku w ciągu roku.

L. p	NABOJE	Ilość naboi	do ich wyrobu potrzeba rocznie ton:							
			stali	mosiądzu i miedzi	melchioru	stopów cynk i ołow.	prochów karabinow.	prochów działowych	materiału kruszącego	rtęci piorunując.
1, 2, 3, 17, 18	karabinowe	2430 milj.	—	24.300	7290	14.580	24.300	—	—	24,3
4	granatnik.	43,74 „	21.817	218,7	—	2.187	218,7	—	4.374	26,24
5	moździerz batal.	4,86 „	19.440	486	—	—	243	—	2.430	2,92
6	„ pułkow.	1,62 „	16.200	1.620	—	—	—	243	4.860	0,97
7	gran. ręczne	540 „	162,200	—	—	16.200	—	—	16.200	324
8	arm. p.-czołg.	1.08 „	1.296	1.080	—	—	—	108	108	0,65
9	„ piechoty	1,62 „	3.240	810	—	—	—	405	1.620	0,97
10 i 19	„ lekkich	14,58 „	72.900	14.580	—	—	—	10.206	7.290	8,95
11	hb. „	3,888 „	38.880	1,944	—	—	—	1.944	5.832	2,33
12	„ 155 mm	1,764 „	59,976	8.820	—	—	—	3.528	8.820	1,06
13	arm. 105 mm	1,098 „	13.176	3.294	—	—	—	1.647	1.647	0,66
14	„ 120 mm	657 tysięcy	13,140	986	—	—	—	2,628	2.628	0,39
15	„ najcięższ.	130 „	7.800	130	—	—	—	780	1.040	0,27
16	hb. „	130 „	7.800	130	—	—	—	390	1.300	0,27
	Razem:	—	437.718	58.399	7.290	32.967	24.761,7	21.879	58.139	395,78

Do tych liczb musimy dodać 20% na amunicję przeciwlotniczą, amunicję czołgów, pociągów pancernych, samochodów pancernych i t. p., wobec czego powyższe liczby przyjmą postać następującą:

525262, 70078, 8748, 39560, 29713, 26255, 69767, 175

Musimy jednak zaznaczyć, że liczby przytoczone wyżej w odniesieniu do surowców przedstawiają wagę netto, gdyż podają ciężary gotowych pocisków, zapalników i t. p. Muszą być ona zatem powiększone, a mianowicie: dla stali o 60%, miedzi o 20%, melchioru o 20%, stopów o 20% i wtedy właściwe liczby otrzymają postać taką (podajemy je w zaokrągleniu):

841000, 85000, 10500, 47500, 30000, 26000, 70000, 500.

Przytoczone wyżej ilości surowców oraz fabrykatów należy posiadać, aby zaopatrzyć wojsko w amunicję na rok wojny. Lecz w ciągu działań wojennych broń również wymaga uzupełnienia; zużycie oraz straty broni muszą być uwzględnione. Nie biorąc pod uwagę zaopatrzenia w broń nowych formacyj przypuszczamy, iż będziemy uzupełniać straty i zużycie broni w sposób następujący: (p. tabl. na str. 206).

Razem z poprzednimi wytwórniami amunicji oraz materiałów wybuchowych i prochów potrzeba jest *187 fabryk* stojących na bardzo wysokim poziomie, gdyż zakładamy, iż fabryki amunicji produkują wszystko, co tylko potrzeba dla naboju, a fabryki broni produkują wszystko, co tylko potrzeba dla działa (sprzęt, przodki, jaszcze, wyposażenie).

Podobnych fabryk w takiej ilości żadne Państwo nie posiada. Zadaniem więc odnośnych czynników jest doprowadzenie istniejących prywatnych wytwórni do możliwo-

BROŃ	Ilość na uzbr.	procenty miesięcz.			musimy dostarczyć:		roczna produkcja	potrzeba wytwórni
		zużycia	strat	razem	miesięcznie	rocznie		
karabiny	850.000	2	4	6	51.000	612 000	100.000	6
r. k. m.	33.000	3	3	6	1.980	22.780	12.000	2
c. k. m.	10.140	3	2	5	507	6 084	6.000	1
granatniki	16.200	2	1	3	486	5.832	6.000	1
moździerze piechot.	2.400	1,5	1	2,5	60	720	1.000	1
działa 75mm i mniej	6.450	3	3	6	387	4.644	1.200	4
haubice 100 mm	1.200	3	2	5	60	720	750	1
armaty 105 mm	408	2	1	3	12	144	750	1
działa 120 i 155 mm	1,224	3	1	4	49	588		
działa najcięższe	290	3,5	0,5	4	12	144	150	1
Ogółem potrzeba wytwórni broni								18

ści w razie potrzeby przestawienia ich produkcji na wyroby uzbrojenia. Dla tego w czasie pokoju wszystkie istniejące wywtórnie prywatne muszą być skontrolowane, dla każdej winien być określony rodzaj przyszłej produkcji oraz jej zdolności wytwórcze, ma być wypróbowany jej personel techniczny oraz instalacje za pomocą wydania próbnych zamówień, należy zaprowadzić komplety sprawdzianów, porobić zapasy pewnych surowców na czas wojny, oraz stworzyć dla każdej wytwórni *plan mobilizacyjny*. Naturalnie przed tym komisja międzyministerialna, wychodząc z ogólnego planu mobilizacyjnego, musi podzielić poszczególne wytwórnie pomiędzy uzbrojeniem, lotnict-

wem, inżynierią wojskową, budownictwem wojskowym, intendenturą i t. p.

Korzystając z wyżej wyprowadzonych liczb rozważmy porównawczo pobieżnie nasze warunki krajowe z punktu widzenia:

a) personelu,

b) wytwórni,

c) surowców,

Przed tym jednak sprawdzić należy, czy nasze liczby nie są przesadzone, wychodząc z założenia, iż każda wojna jest w stosunku do środków technicznych więcej rozrzutna niż wojna poprzednia. To samo można będzie powiedzieć o przyszłej wojnie: na pewno będzie ona wymagała więcej środków technicznych niż wojna światowa. Wobec tego porównując nasze liczby z danymi wojny światowej nie zrobimy błędu in plus.

W naszym zestawieniu ilość stali wypadła 841.000 ton, co da około 0,8 ton na człowieka. Biorąc pod uwagę, iż Niemcy wydali 1,4 tony na żołnierza, przychodzimy do wniosku, iż powyższa liczba nie jest za wielka.

W Roku 1916 Rosja przerobiła 5.000.000 ton surówki, przy czym jedna trzecia część poszła na uzbrojenie, czyli 1.700.000 ton, a wiemy iż na wojnie światowej sprawa uzbrojenia Rosji była w opłakanym stanie. W tym samym roku Niemcy przerobiły 12.000.000 ton surówki, przy czym dla wojska poszło 8.000.000 ton. Widzimy więc iż wyprowadzone przez nas liczby co do stali są minimalne.

Personel.

Korzystając z Wiadomości Urzędu Statystycznego za rok 1928 (rok najlepszej koniunktury) widzimy, iż w Polsce istniały 733 zakłady mechaniczne, zatrudniające ponad 20

robotników. Wszystkiego razem było zatrudnionych 93.000 robotników. Fachowców 80%, czyli 74.400 robotników. Założymy, że na potrzeby uzbrojenia przeznaczamy 60% wytwórni mechanicznych, otrzymamy wtedy ilość fachowców do dyspozycji uzbrojenia — 44.640.

Jeżeli do tej liczby dodamy 2 razy tyle robotników niefachowców, to otrzymamy 134.000 potrzebnych robotników. Licząc, iż podczas wojny roboczy dzień będzie trwał 10 godzin, otrzymamy w ciągu miesiąca 40,2 miliona godzin. Przyjmując na podstawie doświadczeń niemieckich, że na wykonanie:

1 naboju	karabinowego	potrzeba	0,07	godzin
„ „	armatniego	„	14	„
„ „	haubicy lekkiej	„	22	„
„ „	armaty 105 mm	„	30	„
„ „	hb. 155 i arm. 120 mm	„	47	„
„ „	art. najcięższej	„	70	„
„ „	granatnika	„	9	„
jednego	r. k. m.	„	500	„
„	c. k. m.	„	1.700	„
„	karabina	„	60	„
„	armaty 75 mm	„	12.000	„
„	hb. 100 mm	„	12.000	„
„	arm. 105 mm	„	14.000	„
„	arm. 120 i hb. 155 mm	„	16.000	„
„	działa najcięższego	„	30.000	„

otrzymamy z obliczenia, iż na zaopatrzenie jednej dywizji piechoty z dodatkowymi przypadającymi formacjami — w amunicję i broń (zużycie i straty) w ciągu miesiąca wypada okrągło 1,5 miliona godzin; a zatem powyższy personel może wyposażyć 27 dywizyj, czyli 27% wymagania w

stosunku do miliona żołnierzy. Z tego widzimy, iż należy jeszcze uzyskać brakujące 73%. Do tego celu posłuży nam akcja, o której mówiliśmy wyżej: wydawanie próbnych zamówień oraz lustracja fabryk i przystosowanie ich zawczasu do potrzeb uzbrojenia powiększy znacznie personel fabryk, a utworzenie kursów kształcących na majstrów brygadzistów i fachowych robotników powiększy do wymaganej ilości liczbę fachowców.

To samo można powiedzieć o średnim i wyższym personelu technicznym. Musimy pamiętać, iż zapotrzebowanie na nich podczas wojny będzie olbrzymie: wg. doświadczeń wojny światowej na jednego żołnierza walczącego na froncie przypada jeden robotnik w fabryce; na jednego oficera — jeden technik.

Wytwórnie.

Z poprzednich obliczeń wypadło, iż dla zaopatrzenia milionowej armii w amunicję oraz do pokrycia strat w broni potrzeba 187 wywtórni. Zaznaczyliśmy, że wywtórnie te powinny wykonywać wszystkie czynności związane z ich produkcją. To znaczy, że fabryki amunicji będą wykonywały tak obróbkę mechaniczną wszystkich składowych części naboju, jako też i elaborację (nabijanie). Właściwie taka każda fabryka będzie musiała składać się z 2 fabryk: mechnicznej (lub odlewni i warszt. mechanicznego) oraz pirotechnicznej. Są to fabryki o zupełnie innym nastawieniu. Takich połączonych fabryk przemysł prywatny nie posiada. Poza tym większość fabryk mechanicznych mieści się w miastach, fabryki zaś pirotechniczne wymagają umieszczenia ich w pewnym oddaleniu od skupień ludzkich. Oprócz tego fabryk prywatnych do nabijania pocisków nie bywa. Wobec tego należałoby zawczasu wybudować kilka

fabryk do nabijania pocisków, korzystając z tej okoliczności, iż instalacja takich fabryk jest stosunkowo niedroga. Fabryki zaś mechaniczne oraz odlewnie można dostosować do potrzeb uzbrojenia w sposób podany w poprzednim rozdziale.

Niemożliwą jest rzeczą określenie z góry dokładnej ilości wytwórni dla zaopatrzenia omawianego wojska, jednak biorąc pod uwagę nowoczesne zakłady, ilość ta przypuszczalnie wyniesie:

1.	do wyrobu amunicji karabinowej	11
2.	do wyrobu karabinów	6
3.	do wyrobu karabinów maszynowych	3
4.	do wyrobu zapaln. do granatów ręcznych łącznie z nabijaniem granatów ręcznych	30
5.	do wyrobu zapaln. do granatników (½ mil. mies.)	9
6.	do wyrobu granatników	1
7.	do wyrobu brzechw (o prod. mies. 200.000 brz.)	24
8.	innych fabryk broni	8
9.	fabr. prochów i mat. kruszących	19
10.	odlewni wielkich z mech. obr.	15
11.	odlewni średnich z mech. obr.	20
12.	odlewni małych bez mech. obr.	40
13.	Warszt. mechan. o prasach dla kal. do 105 mm.	38
14.	Warszt. mechan. o prasach dla kal. od 105 mm.	14
15.	Fabryk mech. specjalnie do pocisków wiel. kalibr.	29
16.	Zakładów elaboracyjnych	52
	Razem	319 wytwórni

Jeżeli zaznaczymy, iż podczas wojny światowej w Niemczech pracowało 30.000 wytwórni, z których ⅓ na uzbrojenie, to wyprowadzona wyżej liczba 319 nie wydaje się zbyt dużą.

Nawet przyjmując przytoczoną wyżej fikcyjną liczbę „tylko" 319 wytwórni, jako normę na wypadek wojny, widzimy, jaką olbrzymią pracę należy wykonać, aby w czasie pokoju przygotować przemysł do produkcji wojennej. Sprawa polega nie tylko na budynkach, maszynach, energii, rysunkach technicznych, warunkach technicznych, sprawdzianach, lecz na odpowiednim dostosowaniu personelu technicznego wobec wymagań stawianych przez organa techniczne uzbrojenia. Trzeba zaznaczyć, iż personel techniczny przyzwyczajony do wyrobu przedmiotów rynku prywatnego, z wielkim trudem pomimo szczerej chęci „przestawia się na nowe tory". Wobec tego najlepszą szkołą dla prywatnych wytwórni jest próbne zamówienie, t. zw wychowawcze.

Jednak, gdybyśmy nawet w 100% rozwiązali zagadnienie przystosowania w czasie pokoju przemysłu na wypadek wojny, nie można byłoby powiedzieć, że sprawa zaopatrzenia wojska w przedmioty uzbrojenia została całkowicie załatwiona. W grę wchodzi tutaj poważna kwestia surowców i związanych z nimi wytwórni. O tej sprawie pomówimy w następnym rozdziale.

(dcn.)

662.3

Mgr. WASILEWSKI REMIGIUSZ.

ANALIZA MIESZANEK ALKOHOLO-ETERO-WODNYCH O DUŻEJ ZAWARTOŚCI WODY.

Zastosowanie eteru i alkoholu etylowego jako rozpuszczalników w przemyśle organicznym, np. przy fabrykacji *prochu bezdymnego nitrocelulozowego*, idzie zazwyczaj w parze z procesem rekuperacji tych lotnych rozpuszczalników, jest to bowiem podstawowy warunek opłacalności produkcji. Rekuperacja taka, prowadzona za pomocą węgla aktywowanego, daje w wyniku niejednorodną mieszankę alkoholo-etero-wodną złożoną z dwóch warstw cieczy trójskładnikowych, różniących się zasadniczo między sobą. Mianowicie, t. zw. warstwa górna zawiera ponad 90% właściwych rozpuszczalników, podczas gdy naodwrót 80—90% warstwy dolnej stanowi woda. Przy obliczaniu wydajności instalacyj do rekuperacji, jak również przy obliczaniu zużycia eteru i alkoholu do fabrykacji, konieczne jest bardzo dokładne zanalizowanie obu warstw cieczy . Jeżeli chodzi o mieszanki bogate w rozpuszczalniki (a więc o warstwę górną), to analiza ich nie nastręcza większych trudności. Literatura fachowa podaje cały szereg metod oznaczania alkoholu i eteru wobec wody, spośród których należy wyróżnić prostą i dokładną metodę opisaną przez inż.

Śmiśniewicza i dr. R. Żulińskiego [1]) opartą na zależności pomiędzy ciężarem właściwym mieszanki a jej składem oraz na prawie ograniczonej wzajemnej rozpuszczalności.

Gorzej natomiast przedstawia się sprawa z analizą mieszanek warstwy dolnej. Albowiem, o ile z jednej strony duże ilości wody utrudniają zarówno wszelkie pomiary wartości stałych fizycznych mieszanki jak i ilościowe wydzielanie jej składników, o tyle z drugiej strony oznaczenie stosunkowo małych ilości alkoholu i eteru wymaga o wiele większej dokładności, aniżeli to jest konieczne w przypadku mieszanek bogatych w rozpuszczalniki. Dokładności tej nie zapewnia żadna z dotychczas opublikowanych, a prostych w wykonaniu metod, tym bardziej że przeważna ich część wogóle nie jest przystosowana do prowadzenia analizy w tych warunkach, jakie stwarzają mieszanki o dużej zawartości wody. Dlatego też, aby umożliwić analizę mieszanek warstwy dolnej z rekuperacji węglowej, opracowałem w Laboratorium Centralnym Państwowej Wytwórni Prochu metodę, która pozwala w sposób prosty i stosunkowo szybki, a przede wszystkim wystarczająco dokładny, oznaczać alkohol i eter w rozcieńczonych roztworach wodnych.

Stronę praktyczną zagadnienia i doświadczalne sprawdzenie nowej metody przeprowadził technik-chemik p. Rzepka Franciszek.

Zasada metody.

Badaną mieszankę odwadnia się przede wszystkim za pomocą $Cu\,SO_4$ w odpowiednio skonstruowanym aparacie.

---

[1]) „Przemysł chemiczny" zesz. 3-4 r. 1932 str. 35. Tam również krótki przegląd metod analizy mieszanek alkoholo - etero - wodnych.

Następnie pary alkoholu i eteru przepędza się w strumieniu azotu kolejno do U-rurki ze stałym KOH, gdzie zostaje zatrzymany alkohol i dalej do aparatu ze stężonym H_2SO_4, który pochłania eter [2]).

Przyrost ciężarów obu absorberów daje bezpośrednio ilości poszczególnych rozpuszczalników.

Zastosowanie powietrza (zamiast azotu) nie jest godne polecenia, gdyż tlen w obecności KOH utlenia częściowo alkohol, co prowadzi do błędnych wyników.

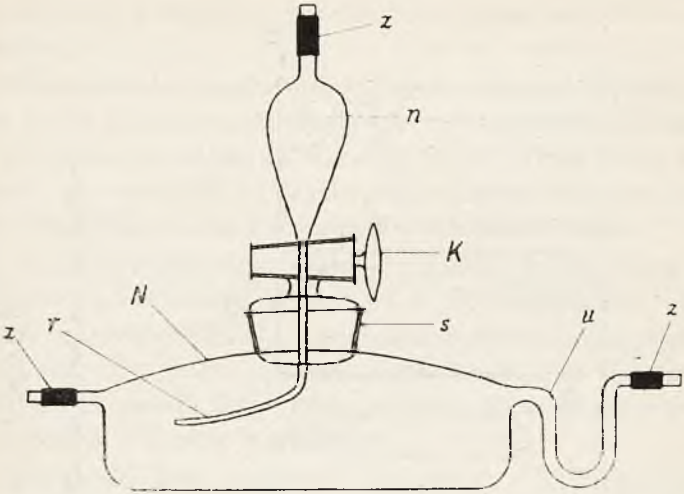
Wykonanie oznaczenia.

Odważanie próbki mieszanki alkoholo - etero - wodnej i jej odwadnianie przeprowadza się w aparacie przedstawionym na rys. 1. Aparat ten składa się zasadniczo z dwóch części, z których część górna (n), zaopatrzona w jednodrożny kurek (k), służy do naważania próbki mieszanki podczas gdy w naczyńku (N) odbywa się wiązanie wody. Obie części łączą się ze sobą za pomocą szlifu (S). Całość wraz z zatyczkami (zzz) nie powinna ważyć więcej aniżeli 60 g.

Pa napełnieniu bocznej rurki (U) drobnoziarnistym K_2CO_3 wyprażonym w temperaturze 200^0 — 250^0 C i po wsypaniu do naczyńka (N) około 20 g bezwodnego $CuSO_4$, nakłada się zatyczki i waży aparat na wadze analitycznej. Następnie przez odpowiedni lejek wprowadza się do naczyńka (n) 5—7 g mieszanki i po natychmiastowym zatkaniu waży całość ponownie. Z różnicy otrzymuje się dokładny ciężar mieszanki wziętej do analizy.

---

[2]) Pochłanianie par alkoholu i eteru przez KOH i H_2SO_4 w strumieniu azotu zastosował L. A. Chenel przy analizie t. zw. ciał lotnych prochów bezdymnych nitrocelulozowych (Memorial des poudres L. XXIII. 1928 r.).



Ryc. 1.

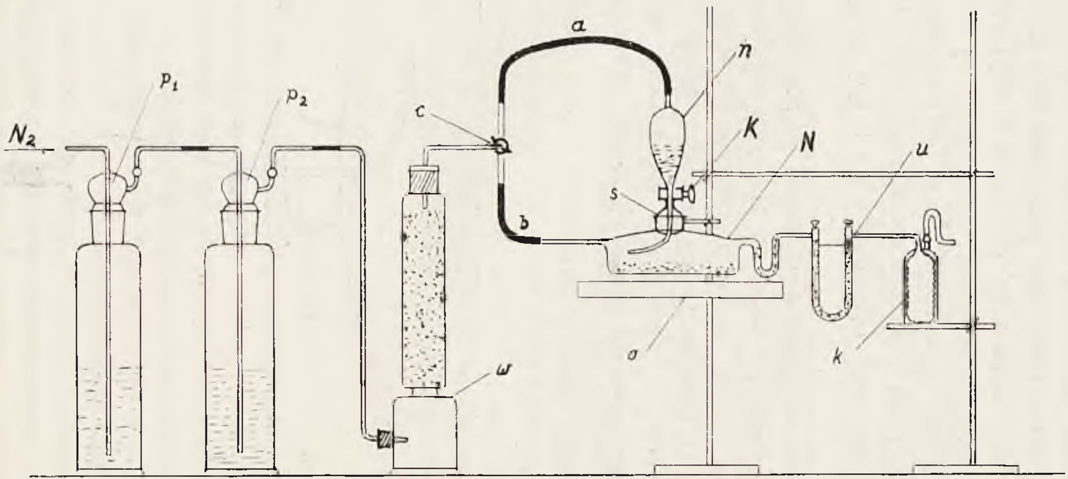
W międzyczasie, przez 15 minut przepuszcza się azot przez naczyńka absorbcyjne, z których U - rurka (rys. 2) zawiera stały, chem. czysty KOH w płatkach [3]), a w aparacie (k) znajduje się chemicznie czysty stężony kwas siarkowy. Oba naczyńka waży się, po czym ustawia się je wraz z aparatem (Nn) według schematu przedstawionego na rysunku 2.

Azot z butli lub z odpowiedniego zbiornika przechodzi powolnym strumieniem przez płóczkę z alkalicznym roztworem pyrogallolu (p_1), przez płóczkę ze stężonym kwasem siarkowym (p_2) oraz przez wieżę wypełnioną wapnem sodowym i chlorkiem wapnia (w). Za pomocą dwudrożnego kurka (c) można kierować prąd gazu bądź przez wąż kau-

---

[3]) Należy pilnie przestrzegać, aby ług był wolny od węglanu.

Aparatura do analizy mieszanek alkoholo-etero-wodnych o dużej zawartości wody.



Ryc. 2.

czukowy (a) i naczyńko (n), bądź też przez wąż (b) i naczyńko (N).

Początkowo przepuszcza się azot tą drogą i jednocześnie otwiera się ostrożnie kurek (K), co umożliwia mieszance spływanie kroplami na warstwę $CuSO_4$. Przez obrót naczyńka (n) na szlifie (s) uzyskujemy możność rozprowadzenia mieszanki po całej powierzchni siarczanu miedzi.

Ciepło, wydzielone wskutek wązania wody, przeprowadza rozpuszczalniki w stan pary. Po ostatecznym osuszeniu za pomocą K_2CO_3, znajdującego się w bocznej rurce naczyńka (N), pary alkoholu przechodzą do U - rurki z KOH i tu zostają zatrzymane, podczas gdy eter absorbuje się dopiero w kwasie siarkowym.

Gdy cała ilość mieszanki spłynie do naczyńka (N), skierowuje się prąd gazu drogą przez (a), aby wypędzić w ten sposób resztki rozpuszczalników z naczyńka (n). Jednocześnie ustawia się płaszcz z blachy miedzianej (o) i ogrzewa dolną część naczyńka (N) do temperatury 50^0—60^0, co przyśpiesza wyparowanie alkoholu i przez to skraca znacznie czas trwania oznaczenia. Mianowicie, w tych warunkach po 3 godzinach wiązanie rozpuszczalników jest już ukończone, przy czym należy zaznaczyć, iż do ilościowego rozdzielenia eteru wystarczy nawet 1½ godziny. Przyrost ciężaru U - rurki z KOH daje bezpośrednio ilość gramów alkoholu, przyrost zaś ciężaru aparatu z H_2SO_4 jest równoznaczny z ilością eteru zawartego w badanej próbce mieszanki. Dla kontroli można także zważyć naczyńko (Nn), co pozwoli obliczyć ilość wody. W ten sposób możemy oznaczyć wszystkie trzy składniki mieszanki nie uciekając się do określenia któregokolwiek z nich z różnicy.

Błąd bezwzględny pomiaru rozpuszczalników nie prze-

kracza $0.05^0/_0$. Jest to dokładność najzupełniej wystarczająca dla celów analizy ruchowej, co zresztą zostało potwierdzone w ciągu szeregu miesięcy stosowania opisanej metody w praktyce.

Streszczenie.

Opracowano i sprawdzono metodę pozwalającą analizować mieszanki alkoholo-etero-wodne o dużej zawartości wody. Zasada metody polega na odwodnieniu mieszanki w odpowiednio skonstruowanym aparacie za pomocą siarczanu miedzi i następnym zaabsorbowaniu (w strumieniu azotu) alkoholu za pomocą stałego KOH, a eteru za pomocą stężonego H_2SO_3. Przyrost ciężarów naczyń absorbcyjnych daje bezpośrednio ilość rozpuszczalników. Czas trwania oznaczenia około 3 godzin, przy czym samo oznaczenie nie wymaga ciągłego dozoru. Metoda pozwala na dokładną analizę (błąd bezwzględny nie przekracza $0.05^0/_0$) nawet najbardziej rozcieńczonych mieszanek i jest szczególnie przydatna do analizy t. zw. warstwy dolnej z rekuperacji węglowej eteru i alkoholu etylowego.

623.51

Por. Inż. JARZĘBIŃSKI STANISŁAW.

ZAGADNIENIE WYSTRZELIWANIA POCISKÓW ARTYLERYJSKICH Z DZIAŁ O KALIBRZE WIĘKSZYM ANIŻELI KALIBER DANEGO POCISKU*).

Podstawowym prawem tego zagadnienia jest zasadnicze równanie ruchu:

$$P = m \cdot a = m \frac{dv}{dt}$$

gdzie: P . . . . siła działająca w kg.
m . . . . masa, na którą działa siła, w $\frac{\text{kg} \cdot \text{sek}^2}{m}$
a . . . . przyspieszenie masy w m/sek^2

Jeżeli więc, zachowując niezmienną siłę (P), zmniejszymy masę (m), wówczas otrzymamy największą wartość przyspieszenia:

$$a_{\text{max.}} = \frac{P}{m_{\text{min.}}}$$

---

1) Praca wykonana w Zakładzie Konstrukcji Amunicji Politechniki Warszawskiej.

Takie jest rozumowanie z punktu widzenia matematycznej dyskusji równania ruchu, które postaramy się przenieść do zjawisk problemu balistyki wewnętrznej, a więc do działa, prochu i pocisku, przy współudziale których następuje strzał.

Zachodzi więc pytanie, czy w problemie balistyki wewnętrznej osiągniemy w przewodzie lufy największe przyśpieszenie pocisku, a więc i największą szybkość początkową, skoro przy zachowanej sile maksymalnej zmniejszymy masę pocisku oraz jaką donośność osiągnie taki pocisk.

A) Analiza zagadnienia z punktu widzenia doboru działa.

Jeżeli chodzi o działo, to albo powyższe zagadnienie należy opracować przy równoczesnym przekonstruowaniu działa, albo należy je dostosować do działa istniejącego.

W wypadku pierwszym nie jesteśmy niczym skrępowani, przy czym konstruktor w miarę możliwości może dowolnie szafować wariantami rozwiązania. W wypadku natomiast drugim należy dostosować czynniki balistyki wewnętrznej do konstrukcyjnych czynników danego sprzętu.

Wychodzimy więc z prawa zachowania energii w starym i nowym zestawie działo-pocisk. Wielkość energii odrzutu określa następujące równanie:

$$E = \frac{Q}{2g} \cdot V^2$$

gdzie:

Q . . . . . . ciężar zespołu odrzutowego

V . . . . . . szybkość odrzutu

Prawo zachowania energii odrzutu należy kontrolować w chwili, gdy szybkość odrzutu osiąga wartość maksymalną, a więc:

$$V_{max.} = V_0 \cdot \frac{P}{Q} \left[1 + \beta \frac{Ł}{p} \right]$$ gdzie:

V_0 . . . . szybkość początkowa pocisku

v . . . . ciężar pocisku

$Ł$ . . . . ciężar prochu

β . . . . spółczynnik charakteryzujący rodzaj prochu (waha się od 0,6 do 3,0; dla prochów franc. i naszych równy ok. 2,5)

Warunek zachowania energii odrzutu w starym i nowym rozwiązaniu będzie spełniony, gdy:

$$\frac{Q}{2g} \cdot V^2_{max.} = \frac{Q}{2g} \cdot V'^2_{max.}$$

Ponieważ w obu wypadkach strzelamy z tego samego działa, wobec tego po uproszczeniu i podstawieniu otrzymamy:

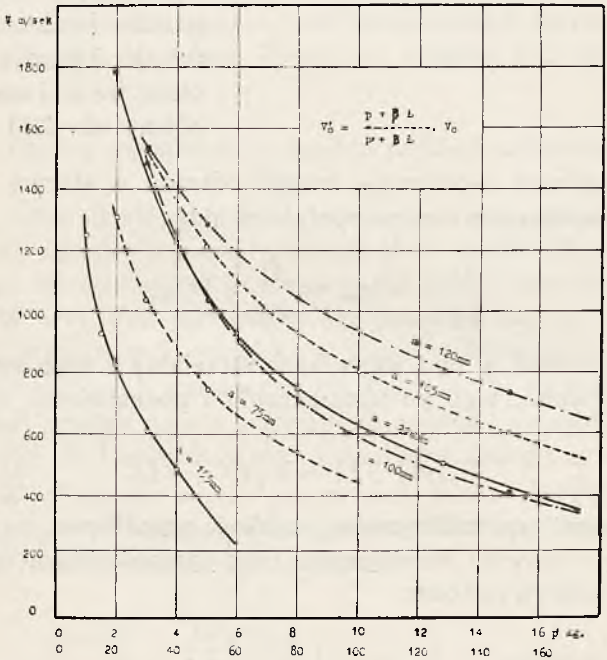
$$V_0 (p + \beta Ł) = V'_0 (p' + \beta Ł),$$

skąd określamy maksymalną szybkość początkową, dopuszczalną w nowym rozwiązaniu, przy równoczesnym zachowaniu energii odrzutu.

a więc: $$V'_0 = V_0 \left(\frac{p + \beta Ł}{p' + \beta Ł} \right) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 1$$

Charakter tej funkcji przedstawiony jest na rys. 1 dla kilku najczęściej spotykanych dział. Najkorzystniejsze warunki dla naszego rozwiązania posiadają działa, których charakterystyki energetyczne posiadają charakter stromy,

ponieważ dla małej zmiany ciężaru pocisku możemy dopuścić dość znaczną szybkość początkową, przy równoczesnym zachowaniu energii odrzutu w starym i nowym rozwiązaniu. Wielkość energii odrzutu ma bardzo wielkie znaczenie ze względu na pracę oporopowrotnika, który powinien przeciwstawić się danej energii odrzutu i pochłonąć ją na długości odrzutu (L).



Rys. 1.

$$\text{A więc:} \qquad \frac{Q}{2g} \cdot V^2 \leqslant \int_0^L R_1 \, dx \quad \text{gdzie:}$$

$$R_1 = \frac{B \, . \, l_0 - Q \, . \, x \, . \cos \alpha}{H}$$ całkowity opór stawiany odrzutowi.

$B \, . \, l_0$ . . . . moment wzgl. pktu zaczepienia lemiesza, pochodzący od ciężaru łoża.

$Q \cos \alpha$ . . . . składowa ciężaru zesp. odrzutowego.

x . . . . odległość (długość) odrzutu w dowolnej chwili.

H . . . . najkrótsza odległość pomiędzy pkt. zaczep. lemiesza a osią przechodzącą przez pł. płóz.

Warunek ten jest równorzędny z warunkiem zachowania stateczności działa w czasie strzelania, a w nowym rozwiązaniu będzie spełniony, gdy:

$$V'^2 \leqslant \frac{2g}{Q} \int_0^L \frac{B \, . \, l_0 - Q \, . \, x \cos \alpha}{H} \, dx$$

lub:

$$V'^2_0 \cdot \left(\frac{p' + \beta Ł}{Q^2} \right)^2 \leqslant \frac{2g}{Q} \int_0^L \frac{B \, . \, l_0 - Q \, . \, x \cos \alpha}{H} \, dx$$

ponieważ najgorszy wypadek stateczności działa zachodzi przy kącie $\alpha = 0^0$,[1]) wobec tego:

$$V_0'^2 . (p' + \beta Ł)^2 \leqslant 2g . Q \int_0^L \frac{B . l_0 - Q x}{H} dx$$

a po scałkowaniu otrzymamy:

$$V_0'^2 . (p' + \beta Ł)^2 \leqslant 2g . L . Q \frac{B . l_0 - Q L}{H} \quad . \; . \; . \; . \; 2$$

W równaniu tym mamy zestawione po stronie lewej czynniki balistyczne, po prawej zaś stronie konstrukcyjne czynniki działa.

Ponieważ w naszym zagadnieniu czynniki konstrukcyjne nie ulegają żadnej zmianie, natomiast zmienne są tylko czynniki balistyczne, wobec tego możemy tak wykorzystać równanie ruchu, aby przy zmniejszonym ciężarze pocisku, szybkość początkowa każdorazowo spełnia równanie 1 i 2.

Należy również pamiętać, że znaczne szybkości odrzutu są niebezpieczne ze względu na wytrzymałość tłoczyska opornika. Siła działająca na tłoczysko opornika rośnie z kwadratem szybkości odrzutu i wyraża się wzorem:

$$F = \frac{A^3 . \delta}{2g . k^2 . f^2} . v^2$$ (przy stałych otworach przelewowych).

gdzie: A . . . . przekrój tłoka
f . . . . „ otworów przelewowych
v . . . . szybkość odrzutu
δ . . . . ciężar właściwy płynu

---

[1]) Kąt α jest to kąt nachylenia lufy wzgl. poziomu w chwili strzału.

k . . . . spółczynnik tarcia płynu w czasie przeciskania się przez otwory przelewowe.

Ponieważ czynniki konstrukcyjne są w naszym rozumowaniu niezmienne, wobec tego siła działająca na tłoczysko wynosi:

$$F = \text{const.}\, v^2$$

Dalszym elementem działa, który należy przeanalizować, jest lufa działa. Wiadomo, że lufa jest tym elementem działa, w którym następuje zamiana potencjalnej energii prochu na kinetyczną energię gazów spalinowych, które wyrzucają pocisk z lufy z pewną szybkością początkową.

Materiał, z którego sporządzono lufę, może przenieść ściśle określoną siłę cisnących gazów. Ponieważ w naszym zagadnieniu ustalamy wielkość siły działającej na pocisk, wobec tego ustalamy również ciśnienie maksymalne pochodzące od gazów prochowych, gdyż:

$$p_{max.} = \frac{P}{f} \text{ kg/cm}^2$$

gdzie:

P . . . . . . siła wywołująca ruch pocisku

f . . . . . . przekrój lufy

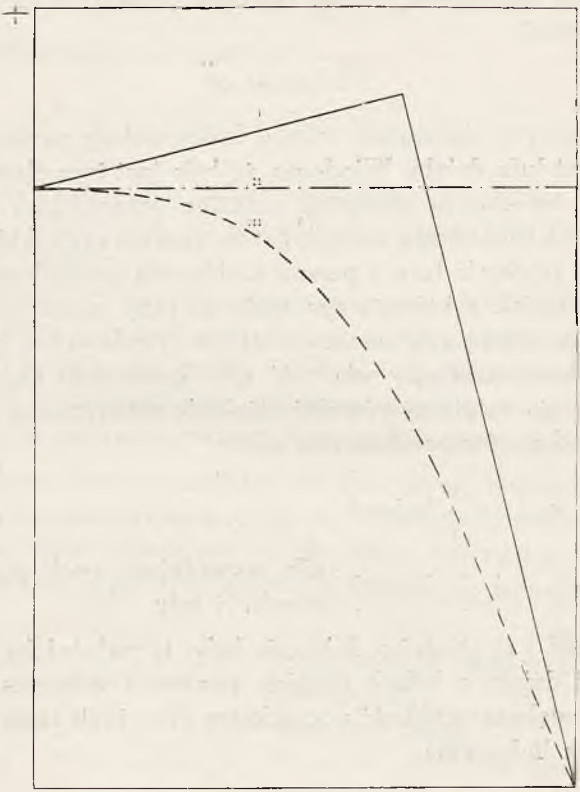
Jeśli zaś chodzi o dobranie lufy, to należałoby wykorzystać działa o lufach długich, ponieważ wówczas osiągniemy większą szybkość początkową przy tych samych warunkach ładowania.

B) *Analiza zagadnienia z punktu widzenia doboru prochu.*

Dobór prochu wiąże się ściśle z warunkami wytrzymałości lufy działa oraz z warunkiem uzyskania jak największej szybkości początkowej wystrzeliwanego pocisku.

Ze względu na sposób spalania, dzielimy prochy na:

1) Progresywne — powiększają powierzchnię palenia,
2) Dogresywne — zmniejszają powierzchnię palenia,
3) O spalaniu jednostajnym.



Rys. 2.

Rys. 2 podaje schematycznie różnicę w sposobie spalania się prochów progresywnych, degresywnych i o spalaniu jednostajnym, gdzie:

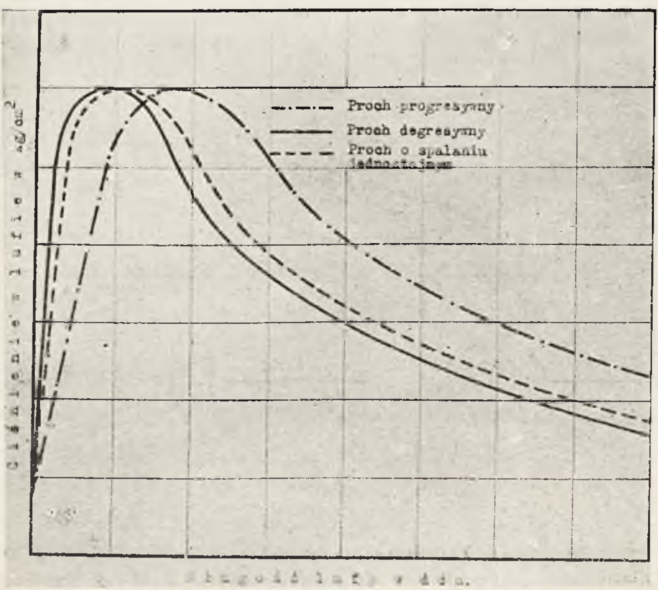
$$\frac{S}{S_0} = \frac{\text{powierzchnia w danej chwili palenia}}{\text{powierzchnia początkowa}}$$

$$Z = \frac{\text{objętość spalona}}{\text{objętość pierwotna}}$$

gdy: $Z = 0$ . . nic prochu się nie spaliło

$Z = 1$ . . cały proch się spalił.

Ponieważ w naszym zagadnieniu chodzi o uzyskanie maksymalnej szybkości początkowej, przy zachowaniu dopuszczalnego ciśnienia panującego w lufie, wobec tego należy wybrać taki proch, którego charakter spalania przesuwa punkt całopalenia ku wylotowi. Prochem tym będzie

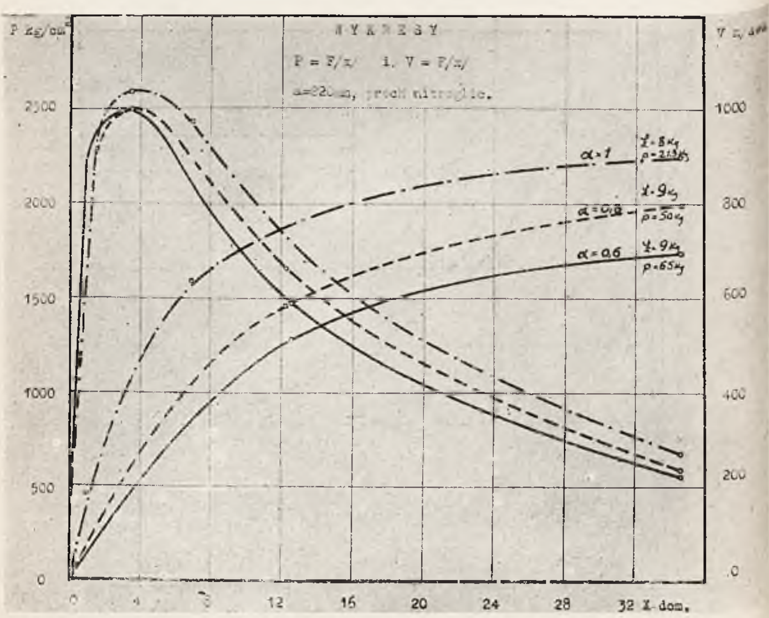


Rys. 3.

proch progresywny, ponieważ, jak widzimy z rys. 2, objętość gazów w lufie rośnie wraz z przyrostem wolnej objętości komory spalania, w czasie ruchu pocisku w przewodzie lufy.

Ze względów energetycznych proch progresywny przedstawia największą wartość, ponieważ jak widzimy na rys. 3., jego pole pracy jest największe, przy tym samym ciśnieniu maksymalnym panującym w lufie.

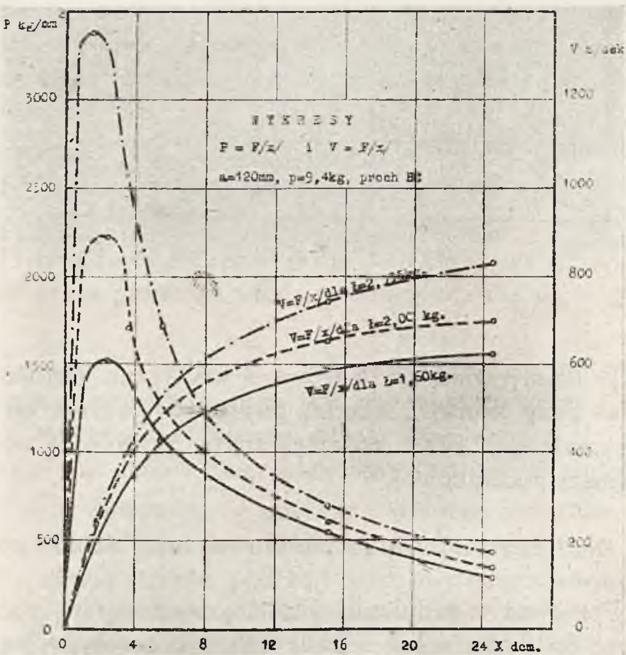
Najkorzystniejszym prochem dla naszego zagadnienia jest proch progresywny nitroglicerynowy, ponieważ możemy tak dobrać energię właściwą prochu oraz spółczynnik kształtu, aby proch całkowicie spełnił zadanie, dając odpowiednio dużą szybkość początkową (rys. 4.) oraz dopu-



Rvs. 4.

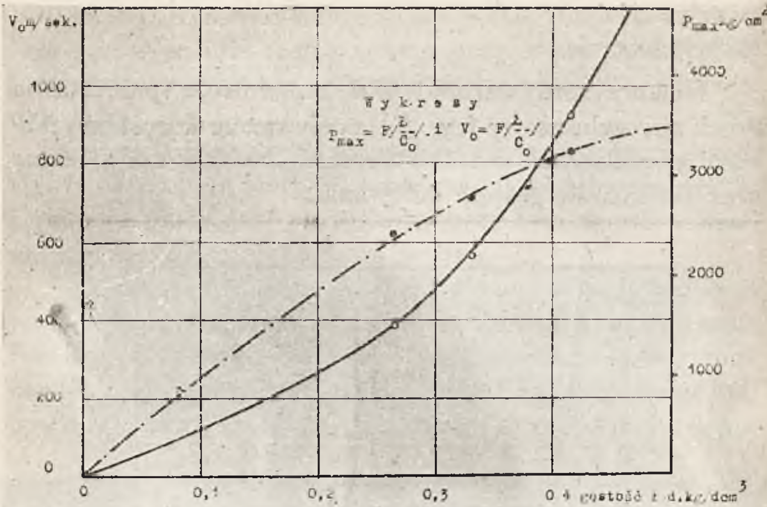
szczalne ciśnienie maksymalne, przy dopuszczalnych warunkach ładowania.

Niekorzystne warunki dla zagadnienia przedstawia proch nitrocelulozowy (rys. 5.), ponieważ ze wzrostem szybkości początkowej znacznie rośnie ciśnienie maksymalne oraz zmienia się gęstość ładowania.



Rys. 5.

Rys. 6. podaje zależność wzrostu ciśnienia maksymalnego oraz szybkości początkowej dla prochu nitrocelulozowego od gęstości ładowania.



Rys. 6.

Widzimy więc, że jest pewna krytyczna gęstość ładowania, przy której zachodzi gwałtowny wzrost ciśnienia maksymalnego, przy równoczesnym powolnym wzroście szybkości początkowej.

C) Analiza zagadnienia z punktu widzenia doboru pocisku.

Ponieważ zagadnienie mówi o wyrzucaniu pocisków małych kalibrów z luf o kalibrach większych, wobec tego w rozwiązaniu należy przewidzieć dodatkową konstrukcję prowadzenia pocisku w przewodzie lufy.

Zagadnienie to było przedmiotem dyskusyj w Anglii, w Niemczech i w Rosji, przy czym próbowano rozwiązać je na pociskach małych kalibrów, stosując specjalne pierścienie z miedzi oraz stożkowy przewód lufy.

W miarę przeciskania się pocisku w przewodzie lufy następowało zaginanie się miękkiego pierścienia do odpowiednio wyfrezowanego rowka.

Jeżeli zagadnienie to stosujemy do pocisków kalibrów większych, wówczas należy konstruować specjalne prowadzenie dolne i górne, aby w ten sposób zapewnić pociskowi ruch obrotowy w przewodzie lufy.

Rys. 7. podaje jedno z możliwych rozwiązań konstrukcyjnych. Pocisk spoczywa w specjalnym dnie *(A)*, które jednocześnie jest dolnym prowadzeniem pocisku w przewodzie lufy.

Sworznie *(B)*, łączące dolne prowadzenie z dnem pocisku, przenoszą w czasie strzału ruch obrotowy z prowadzenia na pocisk.

Prowadzenie dolne uzyskuje ruch obrotowy w normalny sposób przez pierścień wiodący, który wrzyna się w gwinty lufy.

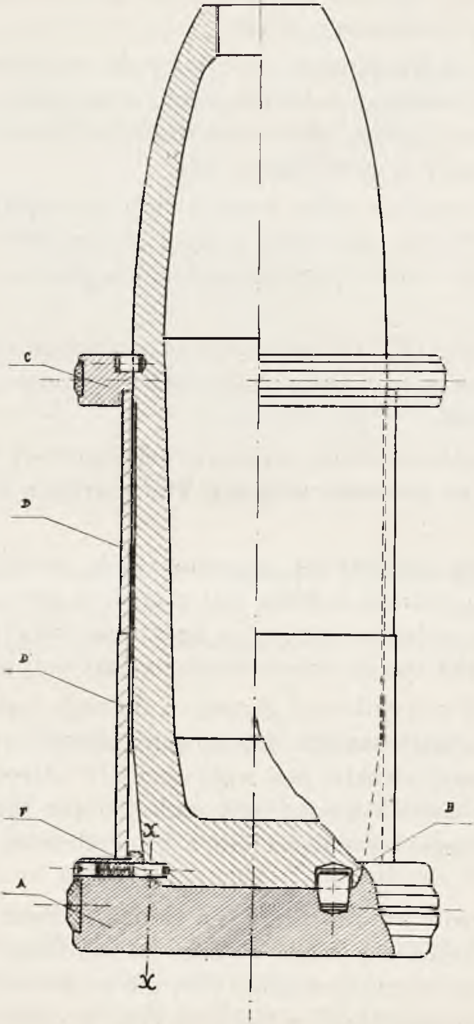
Górnym (przednim), a jednocześnie centrującym prowadzeniem pocisku w lufie jest pierścień górny *(C)*, który opiera się z jednej strony o specjalne rury *(D)* i *(D')*, z drugiej zaś strony unieruchomiony jest bezpiecznikami.

Całość prowadzenia górnego i dolnego jest unieruchomiona w czasie marszu i ładowania bezpiecznikami *(F)*, które w chwili strzału, pod wpływem siły odśrodkowej, wychodzą ze swoich gniazd w pocisku, dając możność pociskowi łatwego wysunięcia się z prowadzenia, po wylocie z lufy.

W chwili wylotu z lufy, na skutek silnych oporów powietrza zsuwa się dolne i górne prowadzenie z pocisku, a uwolniony pocisk leci dalej. Aby nie wywołać zbyt dużych zaburzeń w stabilizacji w czasie wylotu pocisku z lufy, prowadzenie jest podzielone na szereg elementów *A — D — D'*

Pocisk z dodatkowym

prowadzeniem w lufie



Rys. 7

— C, które kolejno odpadają z pocisku, na skutek działania oporu powietrza.

Należy zauważyć, że sprawa budowy dodatkowego prowadzenia pocisku w przewodzie lufy utrudnia rozwiązanie powyższego zagadnienia, ponieważ wprowadzamy do problemu balistyki wewnętrznej pewien balast, któremu należy nadać takie przyspieszenie, jakie posiada pocisk.

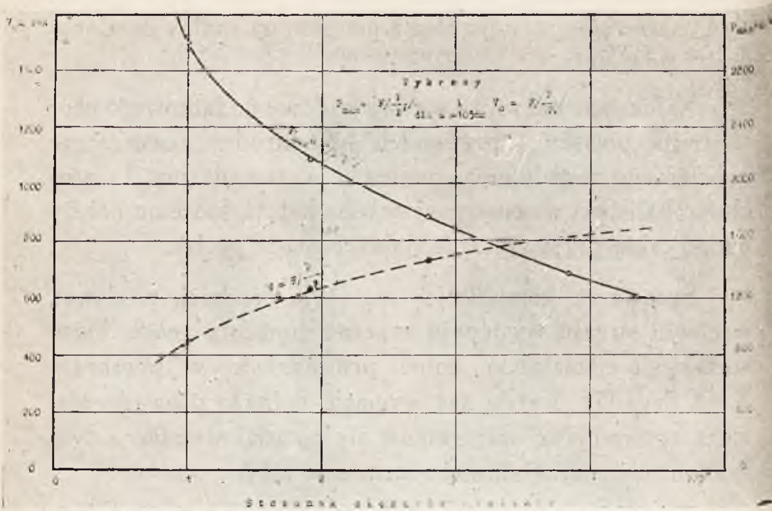
Sprawa ta komplikuje się tym bardziej, ponieważ w chwili strzału występują znaczne momenty gnące, które starają się odkształcić dolne prowadzenie w przekroju X—X (rys. 7). Każde zaś wygięcie dolnego prowadzenia, może spowodować zatrzymanie się pocisku w lufie, a tym samym może spowodować rozerwanie lufy.

Z tych więc powodów dolne prowadzenie posiada odpowiednio grube dno, które przeciwstawia się występującym momentom gnącym. Okoliczność ta powoduje znaczny rozrost nieużytecznego ciężaru prowadzenia, który dochodzi do ok. 40% całkowitego ciężaru wystrzeliwanego z działa.

Jeżeli zaś chodzi o wzrost szybkości początkowej, przy zmianie ciężaru pocisku, to z rys. 8. widzimy, że wzrost ten jest dość intensywny.

Dalszą trudność powoduje spółczynnik przyspieszenia, który znacznie wzrasta w czasie strzelania pociskami o małym ciężarze, przy jednoczesnym zachowaniu maksymalnej siły w lufie.

Wielkie spółczynniki przyspieszenia nie tylko wpływają na powiększenie nieużytecznego ciężaru prowadzenia pocisku w lufie, lecz także mogą mieć ujemny wpływ na mechanizmy zapalników, które są dostosowane do pewnych krytycznych przyspieszeń.



Rys. 8.

Dalszą trudnością jest sprawa stabilizacji takiego pocisku na torze, a więc i sprawa donośności i skuteczności.

Niestety, nie ma dotychczas reguły, która by pozwalała z góry stwierdzić, czy pocisk po raz pierwszy wystrzelony będzie się stabilizował, — to też nigdy tak się nie zdarza.

Mamy jednak trzy spółczynniki, które orientacyjnie charakteryzują nam stabilizację pocisku na torze, a mianowicie:

$$\mu = \frac{C^2 . \Omega^2}{4 . M . A} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad \text{czynnik stabilizacji.}$$

Im bardziej $\mu > 1.$, wówczas pocisk na początku toru lepiej się stabilizuje.

$$j = \frac{M . V}{C \Omega g . \cos \vartheta} \quad . \; . \; . \quad \text{czynnik giętkości osi pocisku na torze.}$$

Im „j" większe, tym prawidłowszy ruch precesyjny pocisku.

$\delta = \frac{\mu \cdot \lambda}{C}$ . . . czynnik „usypiania" pocisku na torze.

Im $\varepsilon > 0$, tym szybciej początkowe drgania pocisku są zamortyzowane.

C . . . moment bezwładności wzgl. osi pionowej.
A . . . moment bezwładności wzgl. osi poprzecznej.
M . . . moment oporu powietrza.
Ω . . . szybkość kątowa pocisku.
λ . . . spółczynnik lepkości powietrza.
ϑ . . . kąt nachylenia toru.

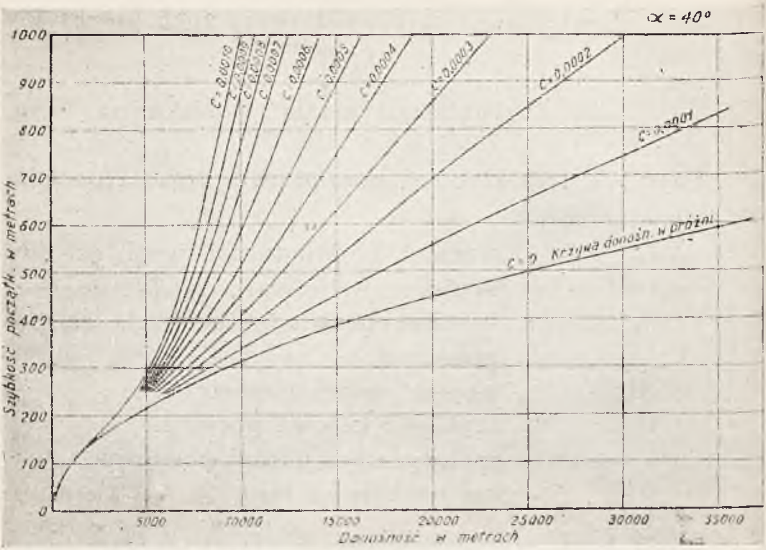
Przez dobór czynników konstrukcyjnych możemy odpowiednio wpłynąć na wielkość tych spółczynników, utrzymując je w wyżej podanych granicach.

Głównym czynnikiem balistyki zewnętrznej, wpływającym na donośność przy zachowanej stabilizacji, jest *spółczynnik balistyczny:*

$$c = F\left[\frac{i}{p/a^2}\right]$$

gdzie: i . . . spółczynnik kształtu ostrołuku
p . . . ciężar pocisku
a . . . kaliber działa.

Z powyższej zależności widzimy, że spółczynnik balistyczny maleje wraz ze wzrostem obciążenia przekroju $\left(\frac{p}{a^2}\right)$. Wpływ zaś spółczynnika balistycznego na donośność ilustruje jasno rys. 9.



Rys. 9.

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że wystrzeliwując pociski małych kalibrów z dział o kalibrze większym, przy zwiększonej szybkości początkowej, osiągnąć możemy donośność o ok. 4 klm. większą od donośności tabelarnej, odpowiadającej danemu sprzętowi i normalnemu pociskowi.

Jeżeli zaś chodzi o wykorzystanie tego zagadnienia, to należałoby je raczej opracować dla *pocisków przeciwpancernych* a nie odłamkowych, ponieważ operujemy dużymi szybkościami, które przy małej masie pocisków mogą dać decydujący skutek rażenia.

Reasumując dochodzimy do następujących wniosków:

Dobór działa nie stwarza nam kłopotów, ponieważ z łatwością możemy dobrać taki ciężar pocisku i taką szybkość początkową, aby nie przekroczyć warunku równości energii

odrzutu w starym i nowym zestawie *działo - pocisk*, a tym samym nie spowodować przeciążenia oporopowrotnika.

Do rozwiązania najlepiej wprowadzić działo o długiej lufie, ponieważ wówczas możemy osiągnąć największe szybkości początkowe.

Jeśli chodzi o proch, to najlepsze rozwiązanie dają prochy progresywne nitroglicerynowe o odpowiednio dobranej energii właściwej ($e_{\text{tonn-metr.}}$) i spółczynniku kształtu (α).

Pocisk ze względu na donośność, a więc ze względu na mały spółczynnik balistyczny, powinien być wydłużony, ze względu zaś na rozrost nieużytecznego ciężaru dodatkowego prowadzenia pocisku w lufie powinien być raczej krótki.

Przy zachowanej stabilizacji pocisku teoretyczna donośność jest ok. 4 klm. większa od donośności tabelarnej, odpowiadającej danemu sprzętowi i normalnemu pociskowi.

Widzimy więc, że zagadnienie powyższe, choć całkowicie sprzeczne z zasadami artylerzysty, który chciałby *z działa o najmniejszym kalibrze wyrzucić pocisk o największym ciężarze na najdalszą odległość,* — jednak daje się rozwiązać z pożytkiem, przy odpowiednim doborze *działa, prochu i pocisku.*

Zagadnienie to jednak nie sprowadza się do zagadnienia *„działa max. mocy“* (wg. Sugota), ponieważ — jak obliczenia wykazały, — gdybyśmy chcieli np. rozwiązać zagadnienie działa max. mocy dla pocisku o ciężarze $p = 9{,}4$ kg. $V_0 = 900$ m/sek., spalając ładunek prochu ważący $Ł = 4{,}76$ kg., wówczas należałoby zastosować działo o kalibrze ok. 340 mm.

Widzimy więc, że w naszym zagadnieniu, gdzie musimy się liczyć z dodatkowym prowadzeniem pocisku w przewodzie lufy, jest to niemożliwe.

Literatura:

1) *Ppułk. inż. A. Żebrowski* — Wykłady z konstrukcji amunicji w Politechnice W-skiej r. 1935.

2) *Ppułk. dr. T. Felsztyn*—Wykłady z balistyki wewn. i zewn. w Pol. W-skiej r. 1934/35.

3) *Płk. art. franc. Thomas* — Budowa oporopowrotników i stateczność dział.

WIADOMOŚCI Z PRASY OBCEJ

CZECHOSŁOWACJA

(VOJENSKE TECHNICKE ZPRAVY — 1936 r.).

1. *Granat i szrapnel czy tylko granat.*

Autor nawiązuje do artykułu, który pod podobnym tytułem ukazał się w miesięczniku „Vojenske Rozhledy" Nr 6/35. We wspomnianym artykule mjr. szt. gen. Nesveda usiłuje wykazać, że artylerzyście polowemu w przyszłej wojnie wystarczy — poza pociskami specjalnymi — tylko granat, zaopatrzony w zapalnik umożliwiający zależnie od potrzeby przebijanie (ze zwłoką), działanie ponad powierzchnią ziemi (natychmiastowy) i wreszcie strzelanie na czas (rozpryskowy).

Autor niniejszego artykułu naświetla tę rzecz z punktu widzenia technicznego i fabrykacyjnego.

Nowy pocisk szrapnel — rywalizował zawsze z granatem. W wojnie 1870—1871 okazał się lepszym szrapnel, natomiast w wojnie rosyjsko-tureckiej (Plewno) — granat. Ulepszenia obu rodzajów pocisków dokonywane były aż do wybuchu wojny światowej. Ponieważ spodziewano się ogólnie, że przyszła wojna będzie mieć charakter ruchowy, większą uwagę poświęcono szrapnelowi.

Z początkiem wojny światowej lekkie baterie były wyposażone w szrapnele (granato-szrapnele) i granaty. Przeważały szrapnele. W ciągu wojny stosunek zmienił się na korzyść granatu. W tym czasie granat nie mógł zastąpić swoim działaniem szrapnela. Działanie granatu jest bardzo zależne od właściwości użytego zapalnika. Uderzeniowy zapalnik głowicowy na skutek swej konstrukcji był mało czuły, więc też jego działanie w stosunku do celów odkrytych nie było sku-

teczne. Nadawał on się więcej do strzelania na okopy i schrony. Siła przebijania była zależna od końcowej energii u celu, a ponieważ zapalnik uderzeniowy posiadał już małą zwłokę dzięki swej małej czułości — wymaganiom tym odpowiadał.

Do strzelania na czas (rozpryskowego) używano również granatów z podwójnym zapalnikiem w wypadkach, gdy strzelanie szrapnelami ze względów terenowych (w pobliżu celu) nie dawało pożądanych rezultatów.

Szrapnel działa właściwie tylko dzięki kulkom. Zawsze istniała tendencja do umieszczenia w pocisku jak największej ilości tychże o takim ciężarze, który by im nadawał dostateczną energię przy upadku na cel. Aby wielkość kulek dla danego minimalnego ciężaru była jak najmniejsza, wyrabiano je z metali ciężkich lub stopów (np. ołowiu z antymonem). Ciężar kulek waha się od 9 do 15 g. Usiłowania w kierunku spotęgowania działania szrapnela spowodowały konstrukcję granato - szrapnela. Głowica granatu, chociaż przy upadku pocisku działa jak mały granat, to jednak zmniejsza działanie szrapnelowe pocisku wskutek mniejszej ilości kulek. Konstrukcja takiego kombinowanego pocisku jest bardziej skomplikowana, funkcjonowanie głowicy przy upadku nie zawsze jest pewne, a więc kombinacja ta jest nieodpowiednia. Z tychże względów również w Czechosłowacji fabrykację tego rodzaju pocisków zarzucono.

Jeśli chodzi o amunicję konstrukcji przedwojenej i wojennej o kalibrze 8—15 cm, która posiadała długość pocisku 3—5 kalibrów, to wydajność części szrapnelowej pocisku przy szrapnelo-granatach wynosi tylko 25—35% ogólnego ciężaru pocisku, czyli 65—75% jest dla działania stracone.

U granatu cały ciężar pocisku bez materiału wybuchowego mieści się w odłamkach (za wyjątkiem zapalnika); nie wszystkie jednak te odłamki są skuteczne, gdyż znaczna ich część pozostaje w ziemi, szczególnie gdy zapalnik jest mało czuły.

Ze względu na niezbyt doskonałą amunicję z czasów wojny światowej przystąpiono do ulepszeń w kierunkach następujących:

1) Zapalnikom należy nadać bardzo dużą czułość w działaniu ponad ziemią, jednakże trzeba je zaopatrzyć we zwłokę, pozwalającą przy strzelaniu na lekkie schrony polowe wykorzystać energię uderzeniową pocisku. Przy dużej czułości zapalników należy zapewnić bezpieczeństwo podczas transportu, manipulacji oraz przy strzale. Poza tym zapalniki należy znormalizować, aby przy amunicji artyleryjskiej

wszystkich kalibrów wystarczała najmniejsza ilość typów zapalników, co upraszcza ich fabrykację, szczególnie podczas wojny.

2) Należy ulepszyć zewnętrzny kształt pocisków dla zwiększenia donośności.

3) Porzucić fabrykację granato-szrapnelów, a wyrabiać szrapnele, które umożliwiają pomieszczenie większej ilości kulek.

4) Ulepszyć zapłon materiału wybuchowego, który powinna cechować z jednej strony duża siła krusząca, z drugiej — duże bezpieczeństwo.

Uwagi do 1) — a. Nowy uderzeniowy zapalnik głowicowy, który ma zastosowanie u granatów uderzeniowych, rozpryskowych i szrapneli posiada konstrukcję skomplikowaną, — jednakże odpowiada warunkom bezpieczeństwa tak w czasie transportu, jak i przy manipulacji w czasie strzelania oraz posiada dostateczną czułość. Działanie jego może być natychmiastowe lub ze zwłoką. Przy strzelaniu ze zwłoką przy małym kącie upadku funkcjonuje zapalnik dopiero po odbicu, dzięki czemu nadaje się do strzelania granatami z odbicia. O jego czułości świadczy fakt, że lej po wybuchu 8 cm granatu w terenie piaszczystym wynosi tylko 15 cm głębokości, natomiast przy starszych rodzajach zapalników wynosił 50—60 cm.

b. Podwójny zapalnik jest kombinacją opisanego zapalnika z zapalnikiem czasowym, który dzięki ulepszeniu pozwala na strzelanie na czas na odległości większe niż dawniej.

c. Zapalnik denny został konstrukcyjnie udoskonalony w stosunku do wzorów dawniejszych mniej pewnych.

d. Przy strzelaniu granatami zachodzą — zresztą rzadkie — wypadki przedwczesnej eksplozji w lufie. Dlatego został wypróbowany t. zw. bezpiecznik spłonkowy, którego zadaniem jest nie dopuścić do przedwczesnego wybuchu pocisku w lufie, spowodowanego złym wykonaniem zapalnika itp.

Do 2. Do zwiększenia donośności przyczynia się bądź konstrukcja nowych dział o większej wydajności bądź, — jeśli chodzi o obecny sprzęt — wybór odpowiedniego pod względem balistycznym kształtu pocisku. Pocisk działa nowoczesnego wytrzymuje także znacznie wyższe ciśnienie gazów (2500—3000 kg/cm^2).

Do 3. Jako materiału wybuchowego dla granatów używa się prasowanego trotylu, który jednak wymaga dobrego zapłonu. Wartość tegoż poznaje się według ilości odłamków powstałych przez próbne wywołanie wybuchu pocisku na miejscu lub przy strzelaniu ostrym.

Do 4. W porównaniu z granato-szrapnelem szrapnel może pomieścić około 12% więcej kulek. W czasie wojny szrapnele będą napełniane z braku ołowiu kulkami żelaznymi, co wpłynie ujemnie na ich wydajność i spowoduje opracowywanie nowych tabel strzelniczych.

Szrapnel o kalibrze 8 lub 10 cm. posiada kulek około 40% ogólnego swego ciężaru — szrapnel zaś produkcji wojennej tylko 30%. Niewykorzystanie ciężaru szrapnela wynosi zatem 60 lub 70%, co stanowi poważną pozycję.

Granat o kalibrze 8 lub 10 cm. posiada około 10% materiału wybuchowego, a 90% ciężaru pocisku stanowią odłamki skorupy. Według doświadczeń — około 10% odłamków posiada ciężar poniżej 5 g (mało skuteczne). Przy strzelaniu zapalnikiem natychmiastowym pozostaje w ziemi również około 10% odłamków. Pozostałe 70% skutecznego ciężaru pocisku — to skuteczne odłamki (u szrapnela tylko 30—40% kulek z ogólnego jego ciężaru). Powyższe dane wskazują na nieekonomiczną konstrukcję szrapnela.

Z punktu widzenia fabrykacji autor rozpatruje:

a) fabrykację zapalników,

b) fabrykację pocisków i ich części,

c) ładowanie pocisków.

Do a). Typy zapalnika uderzeniowego głowicowego i dennego mogą być używane przy wszystkich rodzajach granatów uderzeniowych. Dla granatów rozpryskowych niezbędne są zapalniki o działaniu podwójnym. Szrapnel musi być zaopatrzony zawsze w zapalnik o działaniu podwójnym, który różni się od zapalnika granatu. Wyrób takich zapalników jest bardziej skomplikowany i droższy.

Do b). Granat pusty składa się tylko z dwóch części, natomiast szrapnel posiada ich sześć. Wyrób części składowych szrapnela jest skomplikowany i powolny, zwłaszcza gdy się je wyrabia z materiałów szlachetniejszych.

Do c). Ładowanie szrapneli w porównaniu z granatami jest również więcej skomplikowane i bardziej powolne.

Jeśli chodzi o kalkulację ceny granatu uderzeniowego, rozpryskowego i szrapnela, to najtaniej kalkuluje się granat uderzeniowy.

Z punktu widzenia techniczno-strzeleckiego trzeba przyznać, że wstrzeliwanie się i skuteczny ogień uderzeniowy granatami są łatwe i szybkie. Natomiast strzelanie szrapnelami jest trudniejsze i powolniejsze. Granat na uderzenie jest znacznie skuteczniejszy niż szrap-

nel. Głębokość skutecznego rażenia szrapnela jest większa, granatu zaś mniejsza, za to osypanie bardziej gęste.

Dla odparcia natarcia wręcz używane są szrapnele rozpryskowe. W tym wypadku szrapnel może być zastąpiony granatem zaopatrzonym w nowoczesny zapalnik i funkcjonującym również przy małych kątach uderzenia jako natychmiastowy lub ze zwłoką odbitkowo.

Przeciwko szrapnelowi w porównaniu z granatem przemawiają:

a) skomplikowana konstrukcja;
b) trudny i powolny wyrób, konieczność zmian konstrukcyjnych dla produkcji wojennej;
c) skuteczność zależna od wysokości rozprysku i że tylko nadaje się on do celów odkrytych;
d) wydajność od 30% do 40% mniejsza;
e) z punktu widzenia kalkulacji ceny jest droższy i nieekonomiczny;
f) wstrzeliwanie się trwa dłużej i nie jest łatwe; szrapnel zasadniczo nie może być zastosowany w zaporze ogniowej;
g) statystyka strat w walce ruchowej (1914) podaje stosunek szrapnela do granatu jak 6:37.

Zadania szrapnela może spełniać granat uderzeniowy. A zatem granat uderzeniowy, rozpryskowy oraz specjalny w przyszłej wojnie w zupełności wystarczą.

2. *Objawy towarzyszące strzałowi działowemu* — płk inż. F. Wagenknecht.

Istotą strzału jest, aby na drodze równej długości przewodu lufy, a więc w bardzo krótkim okresie czasu (chodzi tu o setne części sekundy) nadać pociskowi takie przyspieszenie dla ruchu postępowego i wirowego, by można było osiągnąć wymaganą pracę balistyczną wyrażającą się energią wylotową pocisku: $E = \frac{1}{2} mv^2$.

Wiadomo, że z pośród znanych dotychczas źródeł energii można wykorzystać do tej pracy w sposób bardzo prosty i praktycznie najbardziej celowy, energię prochu strzelniczego. Przez zapalenie ładunku prochowego wytwarza się prawie że natychmiast duża ilość gazów, odpowiadających składowi chemicznemu masy prochowej. Gazy te naskutek wytworzonej wysokiej temperatury powodują przewidziane wysokie ciśnienie na dno pocisku dla dalszej ekspansji w przewodzie lufy. Pomimo że opisany fakt przy poszczególnym strzale odbywa się

w czasie bardzo krótkim, to jednak wysoka temperatura gazów powoduje rozgrzanie lufy, zwiększające się w miarę dalszych strzałów, ułatwiając w ten sposób szkodliwe objawy jak zamiedzanie, mechaniczne zużycie naskutek tarcia, oraz erozję gazów.

Zamiedzanie wywołują miedziane pierścienie wiodące. Jest ono tym intensywniejsze, im gorsza jest jakość miedzi i im bardziej chropawa jest powierzchnia rdzenia lufy. Objaw ten — to naturalny skutek strzału i nie można mu całkowicie zapobiec. Jeżeli zamiedzenie przekracza dopuszczalną granicę, wpływa ujemnie na celność a nawet bezpieczeństwo strzelania. Najsilniejsze zamiedzanie zachodzi w stożku przejściowym, gdzie istnieją ku temu sprzyjające warunki. Wskutek tego pierścień wiodący, przeciskając się przez zmniejszoną średnicę, nie wrzyna się do należytej głębokości pól.

Jeżeli miedź pierścienia ulegnie znaczniejszemu ścieraniu, wrzynanie się pierścienia wogóle nie będzie zachodziło, co spowoduje niedostateczny ruch wirowy pocisku, a więc niedostateczną jego stabilizację w powietrzu (koziołkowanie, krótkie strzały itp). Prócz tego, powstałymi szczelinami ulatniają się gazy, ciśnienie spada, donośność strzału ulega redukcji na mniejszych odległościach o kilka set m, na dalszych — o kilka km.

Zamiedzanie można usunąć przez ostrożne spiłowywanie powłoki miedzianej zapomocą specjalnych aparatów, które ponadto usuwają naloty gazów. Dla pewności, by aparaty te nie uszkodziły przewodu, zostały one zaopatrzone w specjalne urządzenia regulujące. Prócz tego usuwano miedź sposobem chemicznym, polegającym na rozpuszczaniu miedzi, którą następny pocisk porywał z sobą. Były to preparaty amoniakowe o różnym składzie, które jednak w razie nierównomiernego zamiedzenia, atakowały więcej odsłoniętą powierzchnię rdzenia. Wkrótce sposób ten porzucono i szukano innego, który by zamiedzanie zmniejszał. Do ładunku wkładano t. zw. przysady przeciwzamiedzające; były to cienkie, w koło zwinięte paski ze stopu cyny i ołowiu, ułożone w łusce nad najwyżej umieszczonym ładunkiem; ich wielkość zależała od kalibru lufy. Podczas strzału stop ten ulegał roztopieniu, rozrzuceniu i przyciskaniu gazami do powierzchni rdzenia, gdzie krople cyny w połączeniu z miedzią tworzyły kruchy stop, mniej przylegający do lufy. Następny strzał kruszył ten stop i wyrzucał nazewnątrz.

Inny sposób zastosowania stopu cyny i ołowiu polegał na tym, że do dna pocisku przylutowywano deseczkę z blachy cynowo-ołowia-

nej. Skutek odmiedzający był podobny jak przy wyżej opisanych przysadach ładunkowych.

Później próbowano stop przeciwzamiedzający w kształcie krążków wprasowywać wprost w rowki wyżłobione w pierścieniu miedzianym pocisku.

Ponieważ sposób ten również nie dał pożądanych rezultatów, szukano innych rozwiązań. Stosowano pociski bez pierścienia wiodącego, przy czym skorupa miała być zaopatrzona w nacięcia odpowiednie do gwintów lufy. Okazało się, że wyrób takich pocisków byłby bardzo skomplikowany, poza tym ten rodzaj pocisku spowodowałby zmniejszenie szybkostrzelności. Próby przeprowadzone przez francuskiego balistyka Charbonniera wykazały ponadto większe zużycie lufy.

Tarcie pierścienia wiodącego powoduje zużycie rdzenia lufy, objawiające się w powiększeniu jej średnicy i to więcej między polami aniżeli między bruzdami. Największe zużycie powstaje w przejściu z komory ładunkowej do dalszej części lufy; powoduje ono brak potrzebnego wysokiego ciśnienia gazów, a tym samym zmniejsza szybkość początkową pocisku, donośność i zwiększa rozrzut. Do tego dochodzi jeszcze działanie erozyjne gazów, którego skutki w miarę dalszych strzałów stają się coraz dotkliwsze.

Zużyte lufy należało eliminować, zastępując je nowymi.

Po bezowocnych próbach i doświadczeniach nad wyrobem odporniejszego materiału szukano pomocy w drodze konstrukcyjnej, co doprowadziło do rozwiązania przez rdzeniowanie wymienne.

W zasadzie uważano, że pomyślne rozwiązanie rdzenia uprawnia do stawiania podwyższonych wymagań co do donośności, a mianowicie: dla artylerii polowej lekkiej — 12 km, dla artylerii ciężkiej — 15 km i więcej; dla artylerii przeciwlotniczej co do szybkości pocisków — 1000 m/sek.

Wymianę zużytego rdzenia można obecnie uskutecznić wprost na stanowisku działa.

Jeśli chodzi o wypadki wypalania komory ładunkowej, to lufa normalnie w ten sposób uszkodzona powinna być odesłana do fabryki celem zaopatrzenia jej w nową rurę rdzeniową. W analogicznym wypadku przy lufie rdzeniowej wystarcza uszkodzony rdzeń wyjąć i zastąpić go nowym.

Drugą ważną częścią działa, na którą należy zwrócić uwagę, jest jego oporopowrotnik. Ciecz (olej, gliceryna) podczas strzelania silnie się rozgrzewa, przez co jej właściwości ulegają zmianom. Zdat-

ność jej należy badać przez kontrole periodyczne i analizę chemiczną, w ostateczności zmieniać ją na nową.

Również powietrze w powrotniku rozgrzewa się, przez co wzmaga się jego napięcie; ulatnianie się zaś jego z powrotnika powoduje zmniejszanie się ciśnienia. Wszystko to wpływa ujemnie na sprawne funkcjonowanie tego mechanizmu.

Niedomagania powyższe można usunąć przez wymianę zużytego tłoka, wymianę uszczelnień, uzupełnienie cieczy, w samym zaś powrotniku przez kontrolowanie ciśnienia powietrza, ewentualnie przez uzupełnienie jego ubytku.

Jak przy każdej maszynie, tak i u działa jego części składowe ulegają pewnemu zużyciu. Części zużyte muszą być zastąpione nowymi — zapasowymi. Przy wyrobie znormalizowanym wymiana ta nie napotyka na żadne trudności. Potrzebna ilość części zapasowych jest ustalana odpowiednimi przepisami.

Znajomość istoty objawów podczas strzału zapewnia objektywną ocenę w zystkich niedokładności i anormalności, zachodzących przy pracy działa, a dokładna znajomość indywidualnych właściwości materiału i konstrukcji mechanizmu umożliwia stwierdzenie właściwej przyczyny niedomagań oraz fachową interwencję dla ich usunięcia. Należy to do zadań technicznej służby uzbrojenia.

3. *Przyrządy pomocnicze do strzelania przeciwlotniczego artylerii f. Bofors.* — płk inż. W. Czajanek.

Każda nowocześnie wyposażona bateria przeciwlotnicza potrzebuje do kierowania ogniem dwóch zasadniczych zespołów przyrządów pomocniczych a mianowicie:

a) przelicznika, dającego elementy strzelania i

b) aparatury przekazywania tych elementów do baterii lub wprost do poszczególnych dział; jest ona zaopatrzona w nadajniki i w odbiorniki.

Usiłowania obecne zmierzają do takiego udoskonalenia, by nadajnik mógł być połączony z przelicznikiem, dzięki czemu zyska się na czasie.

Firma Bofors zastosowała dla dział plot. przelicznik systemu „Gamma". Aby za pomocą tego przyrządu można było ustalać elementy strzelania, musi mu być podana *odległość do celu,* oceniona

dalmierzem. Ten przyrząd centralny daje następujące elementy strzelania:

a) kąt kierunkowy,
b) podniesienie,
c) odległość nastawnicy.

Przy nastawionej odległości (wysokości) obraz celu utrzymuje się w polu widzenia przyrządu. Elementy strzelania ustala się w aparaturze na podstawie odległości do celu lub wysokości, dalej na podstawie kąta położenia, kierunku lotu i szybkości celu, przy czym przyjmuje się hipotezę ruchu celu poziomego, prostolinijnego i jednostajnego. W ten sposób ustalony zostaje trójkąt wyprzedzenia, a z niego właściwe elementy strzału, które są zadane punktem trafienia.

Zadaniem przyrządu jest umożliwienie odczytania w każdej chwili trzech związanych wzajemnie elementów strzelania, co zostaje rozwiązane w sposób geometryczny na podstawie trójkąta wyprzedzenia: bateria, obecne położenie celu, przyszłe położenie celu.

Przyrząd „Gamma" pozwala na uskutecznianie następujących poprawek:

a) na czas ładowania,
b) na odległość topograficzną,
c) na wysokość,
d) na kąty kierunku.

Wydajność przelicznika charakteryzuje firma Bofors następująco:

Największa „obecna" odległość do celu — 8500 m,
Największa „przyszła" odległość do celu — 9000 m.
Automatyczne ustalenie szybkości celu — 28—80 m/sek.
Szybkość celu, którą można nastawiać — 0—80 m/sek.
Ciężar aparatu — około 130 kg.
Ciężar statywu — około 75 kg.
Ciężar skrzyni transportowej — około 90 kg.
Potrzebny prąd elektryczny do automatów — 80 wolt, 4 amp.
Potrzebny prąd elektryczny do przekazywania—12 wolt, 10 amp.

Bliższych danych o konstrukcji firma nie podaje.

Aparatura przekazywania pochodzi z f. Goerz w Bratisławie.

Autor informuje, że pierwszym wynalazcą przelicznika elektrycznego był inż. austr. dr. J. Zelisko w 1915 r. Wynalazek jego był próbowany na froncie włoskim w 1918 r. przy armatach 80 mm wz. 5/8. (p. Militärwis. Mitteilungen 1935 r.).

4. *Rola oporopowrotnika w czasie strzelania.* — płk. inż. F. Wagenknecht.

Wykonanie pierwszych prostych łóż działowych i odnośnych urządzeń hamulcowych, w które zostały one wyposażone, było bardzo prymitywne i nie zapewniało stabilizacji działa w czasie strzelania. Dopiero przez wstawienie elementu elastycznego — właściwego opornika — pomiędzy lufę działa a łoże, nastąpił zasadniczy zwrot w konstrukcji łóż.

Z początku był to opornik sprężynowy połączony ze sprężynowym powrotnikiem, później opornik hydrauliczny również z powrotnikiem sprężynowym, a w miarę dalszego rozwoju z powrotnikiem powietrznym i regulatorem odrzutu i powrotu. Niedługo potem nastąpiło dalsze udoskonalenie konstrukcyj hamulcowych.

Na czym polega główna rola opornika cieczowego?

W dowolnym systemie podczas strzału nadana jest pociskowi o masie m — szybkość V, zespołowi odrzutowemu M szybkość v, gazom powstałym przez spalenie ładunku prochowego o masie m_1 szybkość nV.

Na podstawie reguły o ilości ruchu suma ich równa się zeru

$$M \,.\, v - m \,.\, V - m_1 \,.\, n V = 0 \text{ albo}$$

$$M \,.\, v = m\ V \left(1 + n \frac{m_1}{m}\right) \tag{I}$$

Szybkość gazów nV, różniąca się od szybkości pocisku V, jest większa od V. Wartość spółczynnika n podług najnowszych badań może osiągnąć wielkość aż 2,5.

Jeśli podstawimy w równaniu (I) w miejsce masy odpowiednie ciężary: p. P, p_1, to otrzymamy:

$$P \,.\, v = p \,.\, V \left(1 + \frac{n \,.\, p_1}{p}\right)$$

Celem uzmysłowienia sobie tych stosunków bierzemy w przykładzie liczbowym ciężar pocisku $p = 7.5$ kg, szybkość jego $V = 600$ m/sek., ciężar ładunku prochowego $p_1 = 0.9$ kg, ciężar zespołu odrzutowego $P = 525$ kg; przez podstawienie do poprzedniego równania otrzymamy szybkość odrzutu

$$v = \frac{7{,}5 \,.\, 600 \left[1 + 2{,}5 \,.\, \frac{0{,}9}{7{,}5}\right]}{525} = 11{,}14 \text{ m/sek}$$

Na podstawie ciężaru zespołu odrzutowego i szybkości odrzutu można ustalić energię odrzutu według wzoru:

$$E = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{525}{9.81} \cdot 11 \cdot 14^2 = 3320 \text{ kgm.}$$

Tę znaczną energię musi pochłaniać opornik na drodze równej długości odrzutu, a po większej części, naskutek tarcia powstałego od przepływu cieczy hamującej pod wysokim ciśnieniem przez otwory przepustowe, musi ją zamieniać na energię ciepła, co powoduje rozgrzewanie się cieczy hamującej.

Z tego względu zachowanie się tejże musi być od czasu do czasu sprawdzane i w miarę potrzeby regulowane. Rozgrzewanie się cieczy wywołuje w oporniku duży opór, a w następstwie zwiększenie ciśnienia opornika, którego maksymalna wartość jest decydująca dla naprężeń łoża. Obliczenia teoretyczne oparte są na zasadach hydrauliki o przepływie cieczy przez pewien przekrój; obliczone wartości muszą być stwierdzane pomiarami praktycznymi i na ich podstawie powinna być ustalona długość odrzutu, wymiary przewodów przepustowych itp. Przy tym należy mieć na uwadze, iż część energii odrzutu zostaje zużyta na ściśnięcie sprężyn powrotnych, u powrotnika zaś powietrznego na uzyskanie większego ciśnienia powietrza (lub gazu), aby przez rozprężenie spowodować ruch powrotny lufy. Jest to dodatkowe zadanie opornika, a główne zadanie mechanizmu powrotnego.

Zagadnienie opornika i powrotnika przeszło kilka faz rozwoju i z czasem powstały 2 grupy powrotników:

1) powrotniki sprężynowe, przy których podczas odrzutu sprężyny stalowe stopniowo są ściskane, by następnie przez rozprężenie doprowadzić lufę do położenia pierwotnego;

2) powrotniki powietrzne, przy których dla wykonania ruchu powrotnego zostało użyte powietrze (lub tylko azot), zamknięte w cylindrze. Przedostająca się do powrotnika ciecz hamująca podnosi podczas odrzutu jego ciśnienie do wartości, potrzebnej dla realizacji powrotu.

Oporopowrotnik, którego opornik cieczowy połączony jest z powrotnikiem powietrznym, nazywa się hydropneumatyczny. Zasada jego polega na 2-ch odmianach:

a) *opornik cieczowy i powrotnik są od siebie niezależne.*

Na wypadkowy opór mechanizmu — R_1 składają się: całkowity opór opornika zwiększony o tarcie f, opór powrotnika zwiększony również o tarcie f_1 i inne opory Σr (tarcie tłoczyska, tarcie wodzideł, reakcja łoża itp.), wreszcie ciężar masy odrzutowej;

b) *opornik cieczowy i powrotnik są od siebie zależne.*

Mechanizm składa się z cylindra hamulcowego i cylindra powrotnikowego, połączonych ze sobą przepustem komunikacyjnym; tłok powrotnika tworzy przeponę pomiędzy płynem a gazem. Podczas odrzutu płyn hamujący przedostaje się do cylindra powrotnika i naciskając na przeponę podnosi tam ciśnienie powietrza; podczas powrotu, rozprężenie się powietrza wciska płyn z powrotem do cylindra opornikowego. Na wypadkowy opór R_1 składa się znowu całkowity opór opornika, powiększony o tarcie f i f_1, następnie Σr oraz ciężar masy odrzutowej.

Ze względu na znacznie skomplikowany charakter oporów-wartości ich muszą być — u pierwszego wzoru nowego typu działa — praktycznie sprawdzone i porównane ze znanymi danymi, otrzymanymi uprzednio z pomyślnych rozwiązań. Porównanie umożliwia ocenę, czy stwierdzony opór wypadkowy zapewnia dopuszczalną szybkość odrzutu. Ustalenie wartości tych pomiarów wskaże na ewentualną potrzebę korektury głównych wymiarów (średnicy cylindra hamulcowego, profilów przepustowych, ewentualnie przystosowanie długości odrzutu), co zostanie wykonane przy ostatecznym typie działa.

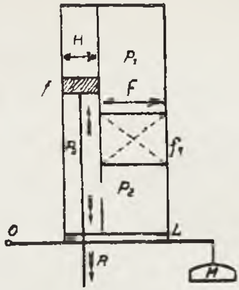
Przez bezpośrednie pomiary ustala się:

1) tarcie tłoka powrotnika,
2) całkowite tarcie opornika,
3) tarcie w wodzidłach lufy na kołysce.

1) *Tarcie tłoka powrotnika (przepony).*

Oznaczenia: (p. rys. 1).

P_1 = ciśnienie po stronie gazu,
P_2 = ciśnienie mierzone po stronie płynu,
F = przednia powierzchnia przepony,
H = przednia powierzchnia tłoka opornika.
f_1 = tarcie przepony powrotnika.



Rys. 1.

Z równania ruchu wynika:

$$P_2 = P_1 + \frac{f_1}{F} .$$

Samego pomiaru dokonywa się za pomocą śrubowego mechanizmu wyciągowego, przymocowanego odpowiednio do działa. Mechanizm ten ciągnie tłok hamulcowy do tyłu jak podczas odrzutu, a przy pomocy manometru umieszczonego na cylindrze powrotnikowym mierzy się ciśnienie *P;* po wyciągnięciu tłoka na *n* skoków śruby zacznie się śruba obracać z powrotem i po *n* skokach, czyli w tym samym położeniu tłoka, mierzy się ciśnienie P'_2, wtedy otrzymamy:

$$P'_2 = P_1 - \frac{f_1}{F}$$

$$P_2 - P'_2 = 2\frac{f_1}{F} \text{, a więc } f_1 = \frac{1}{2}(P_2 - P'_2) . F.$$

2) Przy mierzeniu *całkowitego tarcia hamulca* postępuje się w sposób następujący (rys. 1):

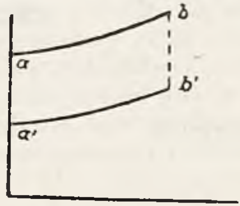
Cały mechanizm ustawia się na przenośniku *L*, połączonym z zapisującym manometrem *M*. Trzon tłoka jest bardzo wolno ciągniony w dół przy pomocy silnika. Napór, oddziaływujący na tłok, działa równocześnie na dno cylindra ustawionego na przenośniku *L*. Napór ten, równający się naciskowi działającemu na tłok i powiększonemu

o powstałe tarcie, zostaje przeniesiony na manometr zapisujący jego wartość:

$$P_2 \,.\, H = P_1 \,.\, H + f_1 \,.\, \frac{H}{F}$$

$$R = P_1\, H + f_1\, \frac{H}{F} + f$$

przyrząd kreśli krzywą *ab* (rys. 2).



Rys. 2.

W skrajnym położeniu tłoka, kiedy działa ściśniony gaz, manometr zaznacza wartość:

$$R' = P_1 \,.\, H - f_1\, \frac{H}{F} - f$$

a przyrząd rejestrujący zakreśla drugą krzywą *a' b'*.

Różnica spółrzędnych obu krzywych daje podwójną wartość tarcia: $2f_1 \frac{H}{F} + 2f$, pierwsza część jest już znana, a wartość f można obliczyć przez zwykłe odejmowanie.

3) *Tarcie zespołu odrzutowego po wodzidłach kołyski.*

Tu wystarcza umieścić go na cylindrze opornika nie łącząc z tłoczyskiem. Przez ciągnienie zespołu w tył po wodzidle i mierzenie zużytej siły za pomocą dynamometru zostaje ustalona wartość tarcia.

Pomiaru szybkości odrzutu dokonywa się za pomocą welocymetru Seberta.

5. *Czechosłowacki l. k. m. w wojsku angielskim.*

L. k. m. wz. 26 (ZB), używany w wojsku czechosłowackim od roku 1926, został w r. 1935 przyjęty również w wojsku angielskim. Odnośną decyzję wojskowych władz angielskich poprzedziły 4 letnie badania, próby i doświadczenia z upatrzonym sprzętem, w wyniku których l. k. m. wz. 26—ZB został dla Anglii częściowo zrekonstruowany, a mianowicie został odstosowany do amunicji angielskiej, poza tym częściowej zmianie uległ magazynek, a jako nową rzecz skonstruowano dodatkową lekką podstawę przeznaczoną do strzelań specjalnych (plot.).

Po rekonstrukcji angielski l. k. m. w porównaniu ze swoim prototypem czechosłowackim przedstawia się — jeśli chodzi o niektóre dane — następująco:

	angielski	czechosłowacki
ciężar broni	10,10 kg	8,9 kg
długość „	1154,8 mm	1170 mm
szybkość początkowa	750 m/sek	810—870 m/sek
kaliber	7,7 mm	7,92 mm
ciężar pocisku	11,3 g	10 g
ciężar lufy	2,9 kg	2,44 kg
ilość brózd	5	4
długość linii przezierania	787,5 mm	568,5 mm
szybkostrzelność	450—500	580—600
ilość naboi w magazynku	30	20

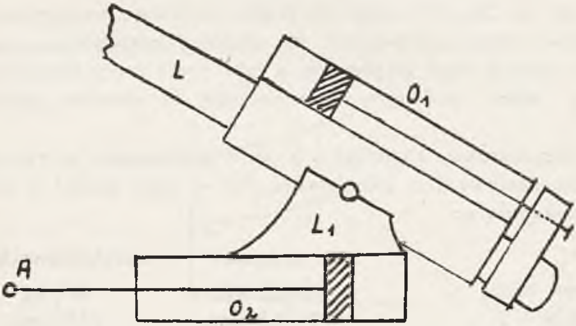
L. k. m. angielski otrzymał nazwę „BREN". Są to początkowe litery miast — Brna, gdzie został skonstruowany i — Enfieldu, gdzie były przeprowadzane z nim gruntowne próby i doświadczenia, przy czym ze wzorcowych l. k. m. miano wystrzelać kilka serii po 200 tys. naboi.

6. *Działo o podwójnym oporniku* — płk inż. Wagenknecht.

Zagadnienie powyższe rozwiązał pułk. art. franc. Deport. W praktyce po raz pierwszy układ ten został wypróbowany przy włoskim dziale polowym 75 mm.

Konstrukcja działa przedstawia się następująco: (Rys. 1) lufa działa L umieszczona jest wraz z opornikiem kołyskowym O_1 na zwykłym łożu L_1 połączonym z podstawą zapomocą opornika O_2. Lufa

wykonując ruch wsteczny we własnej kołysce wytwarza siłę, która pcha łoże do tyłu, a ruch jego sterowany jest przez łączący opornik O_2. Ruch wsteczny lufy przy podwójnym oporniku nie wymaga przy strzelaniu pod wielkimi kątami opornika działowego o zmiennym odrzucie, który czułość opornika znacznie podnosi.



Rys. 1.

Tłoczysko opornika O_2 związane jest ze stałym punktem A podstawy. Opornik O_1 jest zawsze połączony z powrotnikiem. Opornik O_2 jest uzupełniany powrotnikiem tylko w wypadku wykonania ruchu wstecznego poziomego; jeśli odrzut łoża odbywa się po wodzidłach dostatecznie nachylonych wprzód — powrotnik jest zbędny.

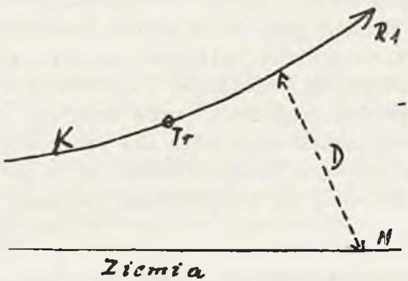
Rozwiązanie powyższe daje następujące korzyści:

Przy strzelaniu pod małymi kątami (około 0^0), dzięki równoczesnemu działaniu obu oporników, wypadkowy ruch wsteczny posiada właściwości długiego odrzutu u działa z jednym opornikiem, zapewniając przez to stabilizację nawet przy lekkim sprzęcie. Obliczenie można dokonać wg. wzoru:

$$R_1 \, D < P_t \, . \, l_0 - P_r \, . \, x$$

gdzie R_1 jest opór opornika O_2, D jest prostopadła odległość punktu oparcia N lemiesza do stycznej do drogi wykonanej przez środek ciężkości T_r. (Rys. 2). Droga ta u dział o podwójnym oporniku nie jest prostą, lecz krzywą K, ponieważ wodzidła posiadają pewne nachylenie. W kierunku stycznej działa siła R_1. P_t jest to ciężar całego zespołu, l_0 oznacza odległość środka ciężkości całości do punktu

oparcia N; P_r jest ciężar części działa i opornika O_2 biorących udział w ruchu wstecznym, x jest odległość środka ciężkości masy odrzutowej od płaszczyzny poziomej równoległej do ziemi, na której spoczywa działo.



Rys. 2.

Przy strzelaniu pod wielkimi kątami lufa wykonywa swój ruch wsteczny w kołysce opornikowej, część O_2 wykonywa również ruch wsteczny, lecz w kierunku przeciwnym do nachylenia wodzideł, zatem ruch wypadkowy jest znacznie zredukowany.

Do ujemnych stron opisanego ulepszenia należą: złożoność konstrukcji, niedogodne zwiększenie ciężaru działa i jego rozmiarów, oraz mniej estetyczny wygląd zewnętrzny, który jednak z punktu widzenia praktycznego użycia działa nie ma większego znaczenia.

7. *O szybkości początkowej pocisków artyleryjskich* — Płk inż. Wagenknecht.

Kiedy należy używać określenia „szybkość wylotowa", a kiedy „szybkość początkowa"? W czasie przetłaczania pocisku przez przewód lufy, działanie gazów nadaje mu pewną szybkość, a wartość liczbowa tejże w chwili opuszczania wylotu lufy przez dno pocisku nazywa się *„szybkością wylotową"* i oznacza literą „V".

Dodatkowe działanie gazów (po wyjściu z lufy) nadaje pociskowi impuls przyspieszający, który przejawia się przyrostem wartości szybkości wylotowej. Dotychczasowe sposoby mierzenia szybkości

pocisków artyleryjskich nie pozwalają mierzyć ani szybkości wylotowej, ani maksymalnej, którą posiada pocisk przed wylotem, ani stwierdzić, na jakiej odległości przed wylotem lufy szybkość pocisku jest największa. Pozwalają nam natomiast mierzyć szybkość pocisku w punkcie *„n"* na znanej odległości (30—50 m) przed wylotem lufy. Z tej zmierzonej szybkości wyprowadzamy obliczeniem *„szybkość początkową"*, którą posiadałby pocisk w wypadku, gdyby na niego przy wylocie lufy nie działały gazy, a od wylotu działał tylko opór powietrza. Naturalnie, że pojęcie „szybkości początkowej" w ten sposób ustalonej — jest fikcyjne i niezgodne z szybkością wylotową pocisku ani z jej maksymalną szybkością przed wylotem. A zatem t. zw. „energia wylotowa" charakterystyczna dla pracy działa nie jest rzeczywistą energią wylotową, gdyż obliczamy ją na podstawie fikcyjnej szybkości początkowej, a nie na podstawie nieznanej szybkości wylotowej.

8. *Zapalniki artyleryjskie* — mjr. O. Śnietivy.

Zapalniki, zależnie od rodzaju ich działania dzielą się na uderzeniowe i rozpryskowe. Dzięki kombinacji obu zapalników powstał zapalnik o działaniu podwójnym.

Zapalniki uderzeniowe (bezwładnikowe lub wtłoczeniowe). Działanie zapalnika, t. j. odbezpieczenie i uderzenie spłonki odbywa się pod wpływem sił powstałych w czasie zmian ruchu pocisku w lufie, na drodze i w czasie upadku pocisku. Siły te oblicza się według prawa Newtona: $P = mj$. Przykład: Jakie przyspieszenie j otrzyma pocisk o ciężarze $G = 1{,}6$ kg, kal. $a = 4{,}7$ cm, gdy ciśnienie na dno pocisku $p = 2500$ kg/cm², (opory w lufie nie są wzięte pod uwagę)?

$$P = p \cdot \frac{\pi\ a^2}{4} = 2500 \cdot 17{,}33 = 43325\ \text{kg}$$

$$j = \frac{P}{m} = \frac{g \cdot P}{G} \qquad g = 9{,}81\ \text{m/sek}^2 = \sim 10\ \text{m/sek}^2$$

G = ciężar pocisku w kg

P = ciśnienie na dno pocisku

$$j = \frac{9{,}81\ .\ 43325}{1\ .\ 6} = 265.000\ \text{m/sek}^2$$

Na skutek działania tej siły bezwładnik będzie pchany na dno gniazdka siłą $P = mj$.

Jeżeli n. p. bezwładnik posiada ciężar $c = 0.002$ kg, jego masa $m = 0.0002$, to siła wypadkowa P wynosi $0.0002 \cdot 265{,}000 = 53{,}0$ kg. Gdyby pod bezwładnikiem znajdowała się sprężyna, byłaby ona ściskana siłą 53 kg, i która by została zwolniona w chwili zaniku przyspieszenia. Pocisk posiada przyspieszenie w lufie, a na skutek działania gazów również kilka metrów przed nią — po czym następuje ruch opóźniony. Przeszkoda na drodze pocisku — zależnie od rodzaju — zahamuje ruch pocisku w stopniu większym lub mniejszym a nawet zupełnie (pancerz).

Zapalnik uderzeniowy bezwładnikowy ma tę ujemną stronę, że działa dopiero po zahamowaniu pocisku, t. j. po jego wniknięciu do ziemi na pewną głębokość.

Czysto wtłoczeniowy zapalnik posiada znowu tą ujemną stronę, że działa bezpiecznie przy kątach upadku w przybliżeniu ponad 6—7^0, czyli że na małych odległościach nie jest pewny.

Dla ostrzeliwania celów żywych zapalnik uderzeniowy powinien być bardzo czuły, by działał natychmiast przy zetknięciu się z ziemią, wskutek czego działanie pocisku będzie zachodziło nad ziemią i w najlepszym wypadku odłamki nie wnikną wcale do ziemi.

Sprawa jest trudniejsza, gdy chcemy, by zapalnik działał również w wypadku bocznego zderzenia się pocisku z ziemią i kiedy ten traci cokolwiek na swej szybkości. Czuły zapalnik uderzeniowy, który zadanie to spełni, będzie stanowił kombinację konstrukcyjną opartą na zasadzie bezwładności i czystego wtłoczenia.

Właściwości zapalników uderzeniowych są następujące:

1) czułość,
2) natychmiastowość,
3) całkowite bezpieczeństwo podczas transportu i manipulacji;
4) bezpieczeństwo w lufie i przed nią,
5) małe rozmiary,
6) prosty wyrób.

Do strzelania w lekkie schrony polowe, kiedy pocisk ma działać dopiero po przebiciu schronu, należy zaopatrzyć zapalnik natychmiastowy w urządzenie opóźniające jego działanie.

Przy użyciu zapalnika opartego na zasadzie bezwładności, pocisk w chwili zderzenia się z ziemią traci na szybkości, a bezwładnik ze spłonką, przełamując siłę sprężyny i bezwładności uderza o iglicę.

Przy użyciu zapalnika opartego na zasadzie wtłoczenia, najpierw uderza o przeszkodę tłocz k z iglicą, podczas gdy pocisk jest

jeszcze w ruchu, odegnie obsadę zabezpieczającą lub ściśnie sprężynę i iglica uderzy w spłonkę. W stosunku do poprzedniego zapalnika działanie zapalnika tego jest szybsze.

W szrapnelu płomień spłonki zostaje przeniesiony przez cylinderki prochowe do ładunku prochu czarnego.

W granatach stosuje się spłonki pobudzające dla zapalenia ładunku pobudzającego, a przez tenże ładunku wybuchowego.

Zapalniki rozpryskowe. Zapalniki rozpryskowe mogą być oparte na zasadzie pirotechnicznej lub mechanicznej.

Mechanizm zap. pirotechnicznego składa się z iglicy, sprężyny i spłonki.

Zapalnik mechaniczny posiada dużo stron ujemnych, z powodu których nie wielka ilość państw zdecydowała się na jego użycie. Posiada skomplikowaną konstrukcję, jest niepewny w użyciu po dłuższym magazynowaniu, ponadto wyrób jego jest trudny i drogi.

Badania zapalnika uderzeniowego.

1) Badanie bezpieczeństwa podczas manipulacyj wykonujemy rzucając zapalnik wkręcony w pocisk ślepy głowicową częścią i dnem pocisku z pewnej wysokości na ziemię, następnie na podkład drewniany lub stalowy. Próbę tę przeprowadzamy z większą ilością pocisków wszystkich kalibrów, gdzie zapalnik dany ma być używany. Bezpieczeństwo transportowania można poddać próbie specjalnej, podczas której cały nabój jest przewożony według specjalnych przepisów. Po próbie zapalniki zostają rozebrane i skontrolowane pod względem ewentualnych uszkodzeń elementów zabezpieczających.

2) Zabezpieczenie zapalnika w lufie i przed jej wylotem może być n. p. kulkowe. (Rys. 1).

Kulki stalowe włożone pomiędzy iglicę a spłonkę po wystrzale naskutek siły odśrodkowej usuną się, tak że dopiero na pewnej odległości przed wylotem lufy zapalnik zostanie odbezpieczony. O zabezpieczeniu zapalnika w lufie można się przekonać strzelaniem, o zabezpieczeniu przed wylotem lufy również strzelaniem, zatrzymując pocisk na odległości około 1 m przed wylotem, przy czym zapalnik nie powinien działać.

Zatrzymanie to uskutecznia się przez przebicie deski o grubości 50 mm lub przez przejście rurą założoną na wylot lufy i zaopatrzoną w miedziane hamujące trzpienie. Przy zatrzymaniu tym zapalnik nie powinien działać. Przy zabezpieczeniu kulkowym zapewnia to oko-

liczność, że wyjście kulek włożonych pomiędzy iglicę a spłonkę trwa przez cały czas ruchu pocisku w lufie i kończy się dopiero na pewnej odległości pocisku przed jej wylotem. Zabezpieczenie to osiąga się dzięki wykorzystaniu siły odśrodkowej, która zależy od szybkości wirowej pocisku, a ta zależy od szybkości początkowej i kąta skrętu.



Rys. 1.

Przykład: Jaka siła działa na usunięcie kulki zabezpieczającej o ciężarze $p = 1$ g, gdy nachylenie gniazdka $= 45^0$, działo ($a = 4,7$ cm) posiada stały skręt $25\,a$ i szybkość początkową $V_0 = 500$ m/sek.

Pocisk obróci się raz na drodze $25 \times 4,7 = 117,5$ cm. W momencie opuszczania lufy $V_0 = 500$ m/sek., a obrót w ciągu jednej sekundy $500:1,17 = 427$ razy (n).

Szybkość kątowa pocisku wynosi $\omega = 2\pi\, n = 2681\ .\ 56 = 2700$.

Dla siły odśrodkowej O istnieje następujący wzór:

$O = \frac{m\, v}{r} = m\ .\ \omega^2 r$, gdzie $m =$ masa ciała wirującego

$\omega =$ szybkość kątowa ciała wirującego

$r =$ promień obrotu

$v =$ szybkość obwodowa $= 2\pi r\ .\ n$

W konkretnym wypadku $m = \frac{0.001}{10} = 0.0001$

$$\omega = 2710$$

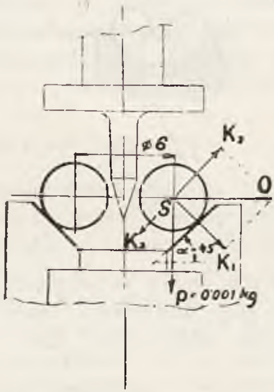
$$r = 0.003 \text{ m}$$

$$O = 0.0001 \times 2700^2 \times 0.003 = 2.2 \text{ kg.}$$

Siła ta rozkłada się na 2 składowe K_1 i K_2 (rys. 1a), z których

$$K_1 = O \text{ cosinus } \alpha$$

$$K_2 = \text{sinus } \alpha,$$



Rys. 1a.

K_1 przyciska kulkę zabezpieczającą do gniazdka i powoduje jej tarcie podczas wyjścia, zmniejszając poniekąd siłę K_2.

W wypadku nieuwzględnienia tarcia $K_2 = O \cdot \sin \alpha = 2.2 \sin 45^0 =$ $= 1.54$ kg.

Siła ta ciągnie kulkę zabezpieczającą wzdłuż toru gniazdka aż do zwolnienia iglicy i tak długo, dopóki nie zmieni się $\omega = 2700$.

Chcąc brać pod uwagę również tarcie kulki podczas jej ruchu na gniazdku, trzeba znać spółczynnik tarcia f pomiędzy kulką a gniazdkiem. Ustalanie tego spółczynnika jest bardzo trudne. Przy wybranym dowolnie spółczynniku $f_1 = 0.001$ była by siła tarcia

$K_3 = f_1\ O.$ cosinus $\alpha = 0.001 \times 2.2$ cosinus $45^0 = 0.00154$, przez co K_2 zmniejszyło się do wartości K'_2

$$K'_2 = 1.54 - 0.00154 = 1.53846 = 1.5 \text{ kg.}$$

Podczas strzału, gdy pocisk otrzymuje przyspieszenie, kulka przyciska się do gniazdka siłą obliczoną według wzoru: (rys. 1-b).

$P = m.\ j.$, dla $j = 265.000$ m/sek^2 wynosi ta siła

$P = 0.0001 \times 265.000 = 26.5$ kg.



Rys. 1b.

Z powyższego wynika, że kulka wybiegnie wówczas, gdy przyspieszenie zmniejszy się tak dalece, że może działać siła K_2 czyli w konkretnym wypadku

P sinus $\alpha = O$ sinus α.

$P = O = 2.2$ kg; siła P musi opaść do 2,2 kg, co nastąpi przy

$$j = \frac{P}{m} = \frac{2.2}{0.0001} = 22.000 \text{ m/sek}^2.$$

Przyspieszenie musi się zmniejszyć z wartości 265.000 m/sek^2 do 22.000 m/sek.^{2}, co nastąpi dopiero przed wylotem lufy.

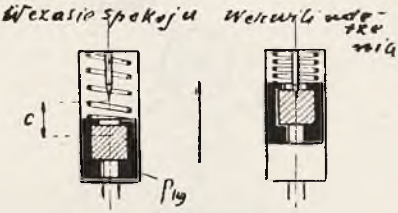
Przy innych zapalnikach zabezpieczenie uskutecznione jest dzięki wykorzystaniu siły bezwładności, która zależy — przy tym samym pocisku — od przyspieszenia, t. j. wyłącznie od wielkości ciśnienia gazów na dno pocisku *($P = m.\ j.$)*.

3) Zapalnik nie powinien działać przedwcześnie na swej drodze w powietrzu. Warunek ten może być łatwo spełniony, albowiem zatrzymywanie pocisku przez opór powietrza jest bardzo małe w stosunku do przyspieszenia, które pocisk wytrzymuje w lufie. Zabez-

pieczenie to uskutecznia najczęściej sprężyna, znajdująca się między iglicą a spłonką. Siła jej musi być większa od siły wstrzymującej pocisk na jego drodze.

4. Czułość w chwili uderzenia.

a) Zapalnik bezwładnikowy (rys. 2). Czułość jego można scharakteryzować wysokością spadku bezwładnika, odpowiadającemu dobremu działaniu, t. j. zapaleniu spłonki. Przez spadek stwierdzić można wysokość X m, przy której spłonka pewnie działa. Miarodajny jest stosunek $p \, . \, x = c \, . \, r$ (r — przeciętna siła sprężyny).



Rys. 2.

Większej wysokości spadku odpowiada mniejsza czułość, t. j. małą wysokość spadku otrzymujemy przy dużym ciężarze p, a przy małym iloczynie $c \, . \, r$. Rzecz naturalna, że w próbach należy przyjąć tę samą konstrukcję i zdolność zapalenia spłonki.

Następnie można przyjąć, że pomijając opory tej wysokości spadku odpowiada końcowa szybkość bezwładnika $u = \sqrt{2g \, . \, x}$, która zapewnia prawidłowe działanie zapalnika, albowiem jest to również potrzebna utrata szybkości pocisku, by zapalnik należycie działał. Do utraty szybkości potrzebny jest pewien czas, dlatego też działanie zapalnika bezwładnikowego nie jest całkiem natychmiastowe.

Przykład: u = strata szybkości pocisku 80 mm, przechodzącego przez tarczę sporządzoną z deski lub dykty o pewnej grubości, z szybkością pozostałą 200 m/sek., innym razem szybkość ta = 400 m/sek. Przyjmując, że praca potrzebna do przebicia w obu wypadkach jest jednakowa, dla Vk = 400 m/sek. strata szybkości y będzie: $200^2 - (200-u)^2 = 400^2 - (400-y)^2$, a w przybliżeniu $200\,u = 400\,y$ czyli $y = 1/2\,u$. Utrata szybkości jest w drugim wypadku o połowę mniejsza.

Ogólnie przypuszczamy, że dla tego samego pocisku strata szybkości jest w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do szybkości pozostałej. Tym tłumaczy się okoliczność, że zapalnik jest mniej wrażliwy przy dużych szybkościach podczas strzelania do tarczy. Podobnie można sobie wytłumaczyć fakt, że przy tych samych szybkościach końcowych czułość zmniejsza się ze wzrostem kalibru.

Pocisk o masie m, kalibru a i szybkości końcowej v, przebijając tarczę, ponosi stratę szybkości u. Pracę P w chwili przebijania tarczy można obliczyć według wzoru:

$$P = \frac{1}{2}\, m\, [v^2 - (v - u)^2]$$

Inny podobny pocisk o masie $K^3 m$, kalibru Ka $(K > 1)$ przechodzi przez tarczę ponosząc stratę szybkości y. Jeśli przyjmiemy, że praca potrzebna do przebicia tarczy jest proporcjonalna do powierzchni przebicia $K^2\, P$, to otrzymamy:

$$\frac{1}{2}\, K^3 m\, [v^2 - (v - y)^2] = K^2\, P. \text{ czyli}$$

$$\frac{1}{2}\, Km\, [v^2 - (v - y)^2] = P \qquad (2)$$

Przez porównanie wartości P z równania (1) i (2) otrzymamy:

$$K\, [v^2 = (v - y)^2] = v^2 - (v - u)^2, \text{ a w przybliżeniu:}$$

$$K\, 2\, v\, y = 2\, vu, \text{ czyli } K\, y = n;\ y = \frac{u}{K}.$$

Strata szybkości przy tej samej szybkości końcowej jest odwrotnie proporcjonalna do kalibru. Można zatem twierdzić, że podczas strzelania do tarczy czułość zapalnika zmniejsza się ze wzrostem kalibru.

Dane powyższe nie odnoszą się jednak do wypadku strzelania w ziemię, gdzie pocisk napotyka na przeszkodę o grubości nieograniczonej. Przyjmując jednolity charakter ziemi, możemy przypuszczać:

1) jeżeli szybkość końcowa przy tym samym pocisku się zmienia, ujemne przyspieszenie wzrasta ze zwiększeniem szybkości końcowej. W przeciwieństwie do wyników podczas strzelania do tarczy — *zapalnik jest bardziej czuły przy dużych szybkościach końcowych;*

2) jeżeli szybkość końcowa nie ulega zmianie, natomiast wzrasta kaliber pocisku — przyspieszenie ujemne spada w miarę wzrostu kalibru. Podobnie jak podczas strzelania do tarczy *czułość zapalnika zmniejsza się ze wzrostem kalibru pocisku.*

Z powyższego wynika, że wprowadzony jednolity typ zapalnika u dział o różnych kalibrach — będzie w danym wypadku tym więcej czuły, im większe będą szybkości końcowe i im mniejsze kalibry.

b) Zapalnik oparty na zasadzie wtłoczenia.

Posiada on w swej części przedniej tłoczek z iglicą, utrzymywany w odpowiednim położeniu przez obsadę zabezpieczającą. W chwili upadku pocisku w cel łapki obsady zostają odgięte (odcięte) i tłoczek z iglicą uderza bezpośrednio w spłonkę. Działanie tłoczka można podzielić na 2 fazy: w pierwszej — tłoczek (odcina) odchyla łapki obsady zabezpieczającej, w drugiej — względem pocisku zostaje on zwolniony i dzięki małej masie ruch jego w stosunku do pocisku znacznie się opóźni. Uderzenie w spłonkę nastąpi tym wcześniej, im lżejszy będzie tłoczek i im mniej ostry będzie w swej części przedniej.

Przykład: Pocisk 80 mm, ciężar $p = 8$ kg, szybkość końcowa 230 m/sek.

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{p}{g} \left[V_k^2 - (V_k - x)^2\right] = 1 \text{ mkg (przyjęta praca tłoczka)}$$

x = strata szybkości pocisku

(g = w przybliżeniu 10 m/sek^2)

$\frac{1}{2} \cdot \frac{8}{10} [230^2 - (230 - x)^2] = 1$, a w przybliżeniu: $0{,}4 \cdot 460\, x = 1$; $x = 0.0054$ m/sek.

Dla działania zapalnika wtłoczeniowego wystarcza zatem strata szybkości końcowej 1/2 cm/sek co nie wystarcza dla zapalnika bezwładnikowego, gdyż odpowiada to wysokości spadku tłoczka zaledwie:

$$h = \frac{x^2}{2g} = \frac{5{,}4^2}{20.000} = \frac{29{,}16}{20.000} = 0.0014 \text{ mm.}$$

Z powyższego wynika, że zapalnik wtłoczeniowy jest znacznie czulszy od zapalnika bezwładnikowego.

Czułość zapalnika wzrasta w stosunku odwrotnym do masy tłoczka wraz z iglicą. Podczas strzelania do tarczy z dykty o grubości 3 mm — zapalnik funkcjonuje przy szybkości końcowej od 200 do 300 m/sek. wprost na tarczy.

Pomimo swej wysokiej czułości i prostej konstrukcji zapalnik włoczeniowy posiada pewne braki: nie działa pewnie przy bardzo małych kątach uderzenia, gdy pocisk uderza w ziemię nie wprost zapalnikiem, a częścią ostrołuku. Brak ten można usunąć, konstruując zapalnik, który by łączył w sobie zasadę zapalnika wtłoczeniowego i bezwładnikowego.

Czas wnikania pocisku aż do jego wybuchu.

Tu należy spełnić dwa warunki: trzeba mieć zapalnik bardzo czuły o działaniu natychmiastowym oraz ze zwłoką. Zwłoka może być konstrukcji bądź pirotechnicznej, bądź dynamicznej. Obecnie stosowana zwłoka pirotechniczna wynosi od 0.10 do 0.35 sek. Opóźniacz zapalnika głowicowego składa się z cewki, do której wprasowane są 2 słupki prochowe, oraz z wolnej kulki. Kulka spoczywa na centralnym otworze, zakrywając go lub sadowiąc się z boku tegoż. Zależnie od położenia kulki zapalnik nastawiony jest na zwłokę lub działanie natychmiastowe (otwór centralny odsłonięty).

Opóźniacz nastawiony na działanie natychmiastowe:

Przez odkręcenie kadłuba zapalnika — przy pionowym położeniu pocisku — kulka opada na bezpośredni przewód ogniowy, i zamyka go; zapalnik działa ze zwłoką. Wielkość opóźnienia odpowiada długości słupka prochowego. Stosuje się dwa słupki; z jednej strony w celu pewniejszego przeniesienia ognia, z drugiej — w celu zmniejszenia rozrzutu działania opóźniającego. Przy równoczesnym zapaleniu się obu słupków wyłącza się automatycznie słupek o dłuższym czasie palenia.

Przy zapalniku bezwładnikowym, podczas upadku bezwładnik wraz ze spłonką porusza się w kierunku iglicy z szybkością mniejszą od szybkości końcowej pocisku.

Przy zapalniku wtłoczeniowym tłoczek igliczny — w chwili zetknięcia się z przeszkodą — natychmiast się zatrzyma, natomiast pocisk ze spłonką znajdują się nadal w ruchu, zachowując swoją szybkość końcową.

Biorąc pod uwagę pocisk wnikający w ziemię, zaopatrzony *w zapalnik uderzeniowy bezwładnikowy,* przyjmujemy, że ruch jego jest równomiernie opóźniony, czyli opóźnienie $\gamma = \text{const}$.

(1) $$s = \frac{\gamma \cdot t^2}{2}$$ . . . droga pocisku w czasie t.

(2) $v = \gamma \cdot t$ . . . szybkość przy końcu czasu t,

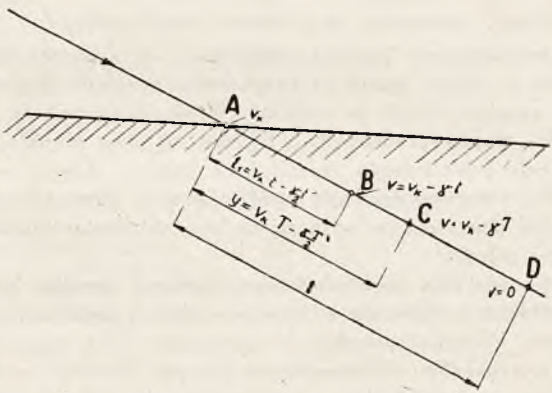
z (1) $t = \frac{\sqrt{2s}}{\gamma}$ . . . czas przebiegu drogi s

z (1) i (2) $v = \sqrt{2\gamma s}$

Mierzenie długości drogi wykonanej w ziemi przez pocisk ostry jest trudne. Długość jej l aż do punktu D, kiedy szybkość pocisku równa się zeru, można mierzyć przy pomocy pocisku ślepego. W dalszym ciągu oznaczamy odległość c, którą przebywa spłonka, aż do chwili uderzenia w iglicę (p. rys. 2).

Podczas wnikania pocisku w ziemię rozpatrujemy:

punkt A, w którym pocisk zderza się z ziemią przy szybkości Vk, punkt B — na drodze w ziemi po upływie czasu t, gdy wybuch jeszcze nie nastąpił, a zapalnik zaczyna już działać, punkt C — jako moment wybuchu, wreszcie punkt D, w którym by się pocisk w ziemi zatrzymał, nie posiadając zapalnika (Rys. 3).



Rys. 3.

Od punktu A szybkość Vk maleje tak, że pocisk w ciągu 1 sek. traci równomiernie γ. Bezwładnik ze spłonką, który aż do punktu A (w powietrzu) w odniesieniu do pocisku posiadał względną szybkość równą zeru, zaczyna otrzymywać przyspieszenie aż do szybkości potrzebnej dla zapalenia $u = \sqrt{2gx}$ (patrz — czułość zapalników),

którą osiągnie pomiędzy punktem A i B, gdy (V_k — γ t) pocisku będzie równe u bezwładnika.

Bezwładnik ten musi wykonać drogę c aż do uderzenia spłonki o iglicę: $c = 1/2\ \gamma\ T^2$, jeśli T oznacza czas od A do B.

Z powyższego równania $T = \frac{\sqrt{2c}}{\gamma}$, a przez podstawienie w miejsce $\gamma = \frac{V_k^2}{2l}$, otrzymamy $T = \frac{\sqrt{4lc}}{V_k}$.

Odległość $y = AC$, którą pocisk przebywa w ziemi aż do wybuchu wynosi $y = V_k \cdot T - 1/2\ \gamma\ T^2 = \sqrt{4lc} - c$.

Przykład 1: Pocisk 80 mm uderza w ziemię z szybkością pozostałą V_k = 230 m/sek. $l = 1.5$ *m* (t. j. wniknięcie pocisku ślepego w ziemię), zapalnik posiada wartość $c =$ 0.005 m.

W jakim czasie T nastąpi wybuch pocisku i jak głęboko do tej chwili wbije się pocisk w ziemię?

$$T = \frac{\sqrt{4lc}}{V_k} = \frac{\sqrt{4 \times 1{,}5 \times 0{,}005}}{230} = 0{,}00075 \text{ sek.}$$

$$y = \sqrt{4lc} - c = \sqrt{4 \times 1{,}5 \times 0{,}005} - 0{,}0005 = 0{,}168 \text{ m.}$$

Przy długości 5 kal. t. j. 5 × 80 = 400 mm — w chwili wybuchu wniknął pocisk w ziemię do głębokości 170 mm, co w przybliżeniu odpowiada połowie jego dlugości. Ponieważ część odłamków pozostanie w ziemi, działanie pocisku nie będzie całkowicie nadziemne.

Przykład 2: Pocisk 305 mm uderza w ziemię z szybkością pozostałą:

$V_k = 330$ m/sek., $l = 5$ m, $c = 0{,}01$ m:

$$T = \frac{\sqrt{4lc}}{V_k} = \frac{\sqrt{4 \times 5 \times 0{,}01}}{330} = 0{,}00136 \text{ sek.}$$

$y = \sqrt{4lc} - c = \sqrt{4 \times 5 \times 0{,}01} - 0{,}01 = 0{,}438$ m, przy zapalniku bardziej czułym $c = 0{,}005$ wynosi $T_1 = 0{,}000964$ sek., $y_1 = 0{,}311$ m.

Działanie *zapalnika wtłoczeniowego* obejmuje 2 fazy:

1) przecięcie łapek obsady zabezpieczającej.

Przyjmując stratę energii 1 mkg pocisku o masie *m*, potrzebną do przecięcia obsady — otrzymamy stratę szybkości końcowej x w przybliżeniu

$$^1/_2\ m\ [V_k^2 - (V_k - x)^2] = 1$$

$$x = \frac{1}{m \cdot V_k}$$

Strata szybkości pocisku $(V_k - v)$ wynika z równania:

$$V_k - v = \gamma\, t.$$

Jeżeli r = czas potrzebny do przecięcia, to

$x = V_k - v = \dfrac{1}{m\,V_k} = \gamma \cdot r$; a $\gamma = \dfrac{V_k^2}{2\,l}$, z tego wynika, że

$$r = \frac{2\,l}{m\,V_k^3}$$

Odległość y wynika ze stosunku

$$m\,\gamma\,y = 1$$

$$y = \frac{1}{m\,\gamma} = \frac{2\,l}{m\,V_k^2}$$

Przykład: Pocisk 80 mm, ciężar 8 kg, $m = \dfrac{8{,}0}{10} = 0{,}8$

$V_k = 230$ m/sek. — wniknięcie w ziemię 1,5 m

$$x = \frac{1}{m \cdot V_k} = 0{,}005 \text{ m}$$

$$r = \frac{2\,l}{m\,V_k^3} = \frac{3}{0{,}8 \times 230^3} = \frac{1}{3.218.000} \text{ sek.}$$

$$y = \frac{2\,l}{m\,V_k^{\,2}} = \frac{3}{0{,}8 \times 230^2} = 0.000071, \text{ t. j. około } 1/10 \text{ mm.}$$

Faza 2. Bezwładnik w stosunku do pocisku zostaje zwolniony. Opóźnienie jego w stosunku do pocisku jest tym większe, im ciężar jego jest mniejszy i zakończenie w przedniej części mniej ostre. W tej fazie działania zapalnika można uważać bezwładnik jako mały samodzielny pocisk, posiadający bardzo niekorzystny spółczynnik balistyczny. Można zatem rozpatrywać pocisk i bezwładnik jego jako 2 samodzielne pociski z szybkością końcową V_k.

Oznaczenia: l' = głębokość wniknięcia pocisku w ziemię, gdyby wybuch nie nastąpił, γ' opóźnienie bezwładnika w ziemi w założeniu, że ruch jego jest równomiernie opóźniony;

$$V_k = \sqrt{2\,\gamma\,l} = \sqrt{2\,\gamma'\,l'} \text{ z tego } \gamma' = \gamma\,\frac{l}{l'}$$

$$v = V_k - \gamma\,.\,t;\ v' = V_k - \gamma'\,t$$

$$v - v' = (\gamma' - \gamma)\,t.$$

$(v-v')$ jest to szybkość bezwładnika względem pocisku, a ruch jego w stosunku do pocisku jest równomiernie opóźniony z opóźnieniem $(\gamma' - \gamma)$.

Czas działania T' wynika z równania

$c = 1/2\ (\gamma' - \gamma)\ T'^2 = \left(\frac{l - l'}{l}\right) \frac{1}{2}\ \gamma\ T'^2$ gdzie c oznacza drogę bezwładnika do spłonki.

Z powyższego równania wynika, że

$$T' = \sqrt{\frac{2c}{\gamma}} \cdot \sqrt{\frac{l'}{l - l'}} = \frac{\sqrt{4\,l\,c}}{V_k} \cdot \sqrt{\frac{l'}{l - l'}}.$$

Wniknięcie bezwładnika w ziemię l', gdyby nie było wybuchu, wobec wniknięcia pocisku jest bardzo małe, gdyż masa bezwładnika w porównaniu z masą pocisku jest znikoma.

Przyjmujemy, że $l' = \frac{l}{100}$.

W przybliżeniu $\sqrt{\frac{l'}{l - l'}} = 1/10$, a więc $T' = 1/10. \frac{\sqrt{4\,l\,c}}{V_k}$.

Odległość y (droga pocisku od zetknięcia się z ziemią aż do wybuchu) wynosi:

$$y = V_k \,.\, T' - 1/2\ \gamma \,.\, T'^2 = \sqrt{4\,l\,c} \,.\, \sqrt{\frac{l'}{l - l'}} - c \,.\, \frac{l'}{l - l'} =$$

$$= \frac{1}{10} \sqrt{4\,l\,c} - 1/100 \,.\, c.$$

Uwaga: w pierwszej fazie czas r i wielkość y posiadają tak małe wartości, że można je pominąć.

Dla zapalnika bezwładnikowego otrzymaliśmy wartości:

$$T = \frac{\sqrt{4\,l\,c}}{V_k}\ ;\ y = \sqrt{4\,l\,c} - c.$$

Czas działania i wniknięcie pocisku w ziemię wynosi zatem dla zapalnika włoczeniowego w przybliżeniu 1/10 wartości dla zapalnika bezwładnikowego.

Przykład: pocisk 80 mm, ciężar 8 kg, zaopatrzony w zapalnik wtłoczeniowy, szybkość końcowa $V_k = 230$ m/sek.

$$l = 1{,}5 \text{ cm}, \; c = 0.005 \text{ m}$$

Jaki jest czas działania i zagłębiania się pocisku w ziemię?

$$T' = 1/10 \frac{\sqrt{4\,l\,c}}{V_k} = 0.000075 \text{ sek.}$$

$$y = 1/10 \sqrt{4\,l\,c} - 1/100\,c = 0{,}0173 \text{ m.}$$

Wartość 1/100 c można pominąć. Pocisk zagłębi się w ziemię w przybliżeniu na 2 cm. Obliczenia powyższe są teoretyczne; mierzenie drogą doświadczalną natrafiłoby na bardzo duże trudności. O czasie działania może nas przekonać poglądowo strzelanie do tarczy i do terenu, gdzie na podstawie małego leja praktycznie możemy się zapoznać ze stopniem czułości zapalnika.

Strzelanie ze zwłoką.

Chodzi tu przede wszystkim o wykorzystanie energii uderzeniowej pocisku, a następnie o spowodowanie wybuchu granatu.

Czas zagłębiania się pocisku ślepego w ziemię oblicza się według wzoru:

$v = V_k - \gamma\, t$; po podstawieniu $v = 0$ otrzymamy

$$V_k = \gamma\, t; \; t = \frac{V_k}{\gamma}.$$

Czas wnikania dla granatu 80 mm (szybkość końcowa $V_k = 230$ m/sek.) wynosi tylko 0.013 sek.; dla granatu 305 mm [$V_k = 330$ m/sek.) — 0,033 sek.

Wybór wielkości opóźnienia (zwłoki) powinien być teoretycznie tak duży, jak podane wyżej czasy; ustala się ją doświadczalnie, gdyż zależy ona od oporu celu oraz od dokładności działania opóźniacza podczas wnikania w cel.

Badanie dokładności działania opóźniacza przeprowadza się przez spowodowanie jego działania w stanie spoczynku oraz przez strzelanie do drewnianej tarczy o grubości 12 mm, ustawionej na pewnej odległości przed wylotem lufy. Wyniki te są decydujące.

Wielkość zastosowanej zwłoki będzie zależna od konstrukcji granatu i jego przeznaczenia. Ogólnie można powiedzieć, że dla ma-

łego i średniego kalibru wystarczy zwłoka 0.10—0.20 sek., dla kalibru dużego zwiększamy zwłokę do 0.35 sekund.

Nowoczesne zapalniki głowicowe posiadają konstrukcję wtłoczeniową połączoną z konstrukcją bezwładnikową lub wyłącznie wtłoczeniową. Ponieważ zawsze najwcześniej działa element wtłoczeniowy, są one natychmiastowe i bardzo skuteczne w stosunku do celów odkrytych.

Studium zapalnika rozpryskowego.

Zapalnik rozpryskowy składa się z elementu czasowego (spłonka, sprężyna i iglica) oraz z rurek prochowych. Powinien on odpowiadać następującym warunkom:

a) bezpieczeństwo podczas transportu i manipulacji:

b) pewne działanie elementów czasowych podczas strzału;

c) równomierne palenie się prochu i przez to jak najmniejszy rozrzut rozprysków;

d) łatwe nastawienie rurek prochowych.

a) Bezpieczeństwo elementu czasowego zapewnia sprężyna znajdująca się pomiędzy iglicą a spłonką. Celem zbadania bezpieczeństwa przeprowadza się doświadczenia w rzucaniu, podobnie jak przy zapalniku uderzeniowym.

b) Pewność działania elementu czasowego istnieje wówczas, gdy spłonka działa również dobrze w wypadku najmniejszego przyspieszenia możliwego podczas strzelania. Warunki te zostają stwierdzone obliczeniami i wypróbowane strzelaniem.

c) Równomierne palenie się prochu zależy od dobrego zapalenia, od właściwości prochu i od sposobu, w jaki został wprasowany. Właściwości prochu ustalone są specjalnymi przepisami. Przeciętny czas palenia się nie powinien zbytnio ulegać wahaniom, a rozrzut czasów palenia powinien być jak najmniejszy.

d) Kwestia obrotności tarczy rurek prochowych jest bardzo ważna. Poruszanie się ich nie powinno być trudne, zbyt mały zaś opór może spowodować poruszanie się tarczy rurek prochowych podczas lotu pocisku.

Badanie przyczyn nieprawidłowego działania zapalnika przeprowadza się przy pomocy strzelania pociskami wypełnionymi materiałem obojętnym i zaopatrzonym w zapalnik częściowo ostry, który po strzelaniu można rozebrać. W przybliżeniu można tolerować najwyżej 1% niewybuchów.

Przyczyn przedwczesnego wybuchu należy szukać bądź w nieprawidłowym zmontowaniu zapalnika, w zbyt czułych elementach pobudzających, bądź w nieodpowiedniej elaboracji materiału wybuchowego pocisku.

Normalizacja zapalników.

Jeżeli zapalnik danego wzoru odpowiada wszystkim warunkom wyżej podanym — to z punktu widzenia wyrobu jest rzeczą pożądaną, by posiadał prostą konstrukcję, oraz by mógł być zastosowany — w miarę możności — w jak największej ilości rodzajów pocisków.

W amunicji nowoczesnej dla dział o kal. od 37—305 mm wystarczy kilka rodzajów zapalników uderzeniowych (głowicowych i dennych) albo o działaniu podwójnym (ew. tylko rozpryskowych).

S. K.

FRANCJA.

(LA REVUE D'INFANTERIE — I—VI/1936 r.).

1. *Obliczenie kątów bezpieczeństwa przy strzelaniu z c. k. m* — Por. Carrat.

Zgodnie z francuską Instrukcją strzelecką dla c. k. m. (L'Instruction pour les Unites de Mitrailleuses") z 2 sierpnia 1932 przedstawiono dwa sposoby określania miar bezpieczeństwa przy strzelaniu nad głowami własnych wojsk. Sposób 1: z wykresów torów pocisków i krzywych bezpieczeństwa, wyrażonych w metrach przy uwzględnieniu kątów położenia broni, celu i oddziałów własnych. Sposób 2: z tabel, podający różne miary bezpieczeństwa w tysięcznych na różnicy odległości do celu i do własnych oddziałów. Sposobu 1. używa się na szczeblu (batalionu) kompanii c. k. m. dla przygotowania wywiadu i dla jego uzupełnienia, gdy był sporządzony zbyt pośpiesznie oraz w konkretnym wypadku zadanym na mapie. Sposobu 2. używa się aż do szczebla drużyny c. k. m.; pozwala on na najracjonalniejszy wybór stanowiska k. m i na przygotowanie danych ognia przed zajęciem stanowiska przez broń. Oba sposoby są proste i dają dokładne wyniki. 1-szy sposób wymaga następujących urządzeń: 2 wykresów, dalmierza, kątomierza kieszonkowego (sitogoniometru), mapy, miarki 20 cm. i kalki milimetrowej; sposób 2. — 2 tabel, dalmierza i suwaka oraz ew. mapy i linijki 20 cm.

Należy zaznaczyć, że frs. instrukcja z dn. 2 sierpnia 32 r. nie pozwala na strzelanie z c. k. m. w przerwy między własnymi oddziałami lub przed skrzydło własne, gdy składowa wiatruprostopadła po linii strzału przekracza 8 m/sek. Do określania tej składowej służy wykres róży wiatrów.

2. *Dążenia współczesnej piechoty zagranicą* — ppłk Frenot.

Artykuł o współczesnej piechocie innych państw w porównaniu z Francją. W konkluzji stwierdzenie:

1) Wszędzie doktryna ofensywna z dążnością do wojny ruchowej, doprowadzona często do skrajności.

2) Piechota pozostaje wszędzie bronią główną.

3) Wszędzie studia i próby uczynienia piechoty jeszcze b. ruchliwą, lecz realizacja w życie powolna.

4) Dążności ulepszenia i ilościowego wzmożenia uzbrojenia piechoty we własne środki ogniowe dla umożliwienia wykonania zadania we wszelkich okolicznościach.

5) Konieczność właściwego i umiejętnego używania przez piechotę własnych środków ogniowych (opanowanie techniki).

3. *Uwagi o nowym regulaminie wyszkolenia piechoty niemieckiej.*

Uzbrojenie większości piechoty w l. k. m. wz. 08/15; (l. k. m. Dreyse wz. 13 jest na wyposażeniu jednostek zmotoryzowanych i kawalerii). Regulamin żąda od drużyny ognia nagłego. Ogień musi być obserwowany, aby nie marnotrawić am. Instr. nie określa odległości, z której należy go zaczynać, lecz z podanych przykładów można sądzić, że chodzi o odległość 400 m. Przewidziane jest wyjątkowe użycie l. k. m. do strzelania przeciw samolotom. Nowy regulamin upodabnia organizację drużyny nm. do frs.

4. Redakcja w artykule *„Studia i uwagi o naszym (francuskim) regulaminie"* otworzyła dyskusję na temat, czy organizacja drużyny frs. jest obecnie celowa wobec stopniowych zmian w uzbrojeniu piechoty i zmian zaszłych u sąsiadów z za Renu. Dyskusja b. ciekawa nie jest jeszcze ukończona. Jeden z artykułów podpisany przez mjra Laporte omawia zmiany w uzbrojeniu frs. piechoty.

1. W 1924 zastąpiono r. k. m. wz. 15 (Chauchat) przez r. k. m. Chatellerault wz. 24 o kalibrze 7,5 mm. W 1929 r. ulepszono ten

r. k. m. i nieco skrócono naboje (skrócono łuskę o 4 mm). Wprowadziło to wewnątrz drużyny dualizm w zaopatrzeniu w amunicję. Należy się liczyć w niedługim czasie z wprowadzeniem kb. na am. wspólną z k. m.

2. Moździerz Stokesa dotychczasowy zastąpiono Stokesem 81 mm wz. 1927—31. Należałoby wzmocnić dotację amunicji.

3. Wprowadzenie motorowego opancerzonego wózka amunicyjnego na gąsienicach powitano z entuzjazmem.

4. Wprowadzono działko przeciwczołgowe 25 mm i rozdzielono inaczej dawne działka 37 mm.

5. Spodziewane wprowadzenie jednakowej amunicji piechoty o kalibrze 7,5 mm, jest kwestią czasu i pieniędzy. Doprowadzi ono zapewne do zaniechania garłacza VB i wprowadzenie granatnika lub nowego garłacza kb.

6. Trwa stopniowe wprowadzanie 60 mm moździerza piechoty po 1 do kompanii strzeleckiej.

Te zmiany w ubrojeniu pociągają poważne zmiany w organizacji pułku piech., co jest w trakcie dokonywania.

Generał Barrard, zabierając głos w dyskusji, stwierdza, że liczne nowe środki ogniowe skomplikują jakościowo i ilościowo kwestię dostawy amunicji aż do rąk walczących włącznie. Aby uniknąć zbytecznego i niecelowego marnotrawstwa, należy dziś ustalić zasady i szczegóły władania elementem ognia na różnych szczeblach dowodzenia, a potem wdrożyć kadrę do stosowania tych zasad w praktyce. Problem nie jest jeszcze rozwiązany.

5. *Wózek amunicyjny* — por. Lemaire.

„Chantillette de ravitaillement" składa się z ciągnika i przyczepki, oba człony — na gąsienicach. Ciągnik z silnikiem średniej mocy rozwija w terenie szybkość 10—15 km/godz., a na drodze — do 20 km. Jest b. zwrotny; łatwo przekracza przeszkody. Ciągnik ma silnik z tłumikiem i siedzenie dla 2 ludzi obsługi dobrze opancerzone przeciw pociskom z kb. z odległości kilkuset metrów, przyczepka opancerzona jest słabiej. Zasadniczo wózek jest chroniony przez swą niedużą wysokość (ok. 1 m), szybkość i zwrotność. Nośność użytkowa ok. 1 tony.

Wózek dociera w ogniu walki do punktów am. kompanii, a nawet plutonów, gdzie często pozostawia przyczepkę odczepianą automatycznie. *R.*

NIEMCY.

(*WEHRTECHNISCHE MONATSHEFTE* — 1935 r.)

1. *Teoria ruchu pocisku w lufie stożkowej* — dr. inż. O. Schmitz.

Zwiększenie energii wylotowej działa określonego kalibru może nastąpić bez zwiększenia ładunku w ten sposób, że lufę się przedłuży, czyli powiększy się objętość rozprężania. Ten sam skutek można też osiągnąć przez rozszerzenie przewodu lufy w sposób stożkowy nie zmieniając kalibru u wylotu. Tą drogą poszedł K. Puff w 1903 r., lecz wskutek wadliwej konstrukcji pocisków nie osiągnął należytego skutku. Doświadczenia te podjął niedawno Gerlich z karabinem 7 mm i osobliwie ukształtowanym pociskiem i osiągnął bardzo wysokie szybkości wylotowe. (p. Wiad. Tech. Art. Nr 13, str. 2, Przegl. Art. tom XIII, str. 256. Prz. Art. tom XIV, str. 255. Wiad. Tech. Uzbr. Nr 22, X/33 r., str. 124).

Lufa stożkowa posiada teoretycznie 2 zalety: a) wewnętrzno balistycznie — zwiększony przekrój pocisku daje lepsze wykorzystanie ładunku; b) zewnętrzno balistycznie — zwiększenie obciążenia poprzecznego, wskutek zmniejszenia przekroju, działa korzystnie. Tym zaletom jednak przeciwstawia się znaczna trudność w konstrukcji pocisku i chociaż udało się Gerlichowi ją usunąć, lecz wzrasta ona wraz z kalibrem. Waninger dowodził (Zschr. Schiess- u. Sprengstoffwesen 1935 r.), że wzrost mocy osiągnięty przez stożkowatość lufy można również osiągnąć przez jej przedłużenie. Określał on energię wylotową wg wzoru $E = \frac{p + \frac{l}{2}}{2g} V_0^2$ gdzie p — ciężar pocisku, l — ciężar ładunku, (dodawanie połowy ciężaru ładunku nie jest całkiem słuszne, jak to wyprowadził dr. Haenert). Obliczenie to stosuje się zwykle za przykładem Seberta, ponieważ istotny przebieg zjawisk w lufie jest nie znany dokładnie i wymagałby uwzględnienia wirów, drgań itp. Jednak przy bardzo dużych ładunkach, jak to zachodzi u Gerlicha, nie można stosować wzoru powyższego; jak wynika z porównania obliczonych i uzyskanych strzelaniem wartości, spółczynnik 0,5 jest za duży. Teoretyczne badanie dla luf cylindrycznych daje wartość 0.333; dla luf stożkowych ten spółczynnik będzie jeszcze mniejszy, przy czym zależy do stożkowatości lufy. To oznacza, że spółczynnik sprawności luf stożkowych jest lepszy niż cylindrycznych.

Przy obliczaniu siły żywej gazów przyjmujemy ,że ciśnienie w lufie jest w danej chwili wszędzie jednakowe i że w chwili, gdy pocisk opuszcza lufę, szybkość gazów przy zamku równa jest zeru, a przy dnie pocisku równa jest szybkości pocisku. Szybkość odrzutu lufy jako stosunkowo bardzo nieznaczna zostaje pominięta. Energia masy gazów wyniesie $E_g = \frac{1}{2}\, k\, M\, V_0^2$; M — masa gazów prochowych. Spółczynnik $k = \frac{q_1^2}{Q_1^3} \int_0^s \frac{Q^2 \cdot dx}{q}$; gdzie q_1 — przekrój u wylotu, Q_1 — objętość przewodu lufy, Q — objętość przewodu dla drogi pocisku x, q przekrój przewodu dla drogi pocisku x, s — droga pocisku w lufie. Dla lufy cylindrycznej: $q = q_1$; $k = 1/3$, wtedy $E_g = \frac{1}{6} M\, V_0^2$.

Dla lufy stożkowej $k = \frac{3}{5} \frac{b^2}{(a^2 + ab + b^2)^3} [5a^3 + 6a^2b + 3ab^2 + b^3]$;

gdzie a i b są największym i najmniejszym promieniem przewodu lufy. I tutaj przyjęto stan gazów ustabilizowany, tj. bez wirów i drgań oraz stałe ciśnienie w całym przewodzie. Spółczynnik sprawności ładunku $\eta = \frac{p}{p + kl}$ Spółczynnik k można też otrzymać inną drogą: przyjmując stałą temperaturę można obliczyć dla lufy cylindrycznej spadek ciśnienia, jaki jest potrzebny, aby nadać przyśpieszenie masie gazów i wytworzyć przyjęty rozkład szybkości; następnie da się obliczyć zużyta energia i wartość k. W ten sposób powstają pewne drobne różnice w obliczeniu, mianowicie należy spółczynnik k pomnożyć przez wyraz $\left[\frac{p + \frac{2}{5} l}{p + \frac{2}{3} l}\right]$. Dla luf stożkowych spółczynnik sprawności jest w obu wypadkach cokolwiek korzystniejszy, lecz wygrana jest bardzo nieznaczna z powodu niewielkiej stożkowatości lufy. Przykład liczbowy wyjaśni to łepiej:

Armatka 37 mm, L/50 posiada pocisk 0,7 kg, ciśnienie 3000 atm., ładunek 0,32 kg oraz $V_0 = 946$ m/s. Dla lufy cylindrycznej $\eta = 0{,}37$; dla lufy stożkowej o kalibrze początkowym 45 mm wynika $V_0 = 1030$ m/s (przy tym samym ładunku, ciśnieniu i pocisku), a $\eta = 0{,}89$. Jeżeli zwiększymy ładunek do 0,6 kg, to dla ciśnienia

3000 atm., otrzyma się $V_0 = 1050$ m/s, $\eta = 0{,}775$ (lufa cyl.) oraz $V_0 = 1142$ m/s i $\eta = 0{,}82$ (lufa stożk.).

Gerlich używa lufy złożonej z części cylindrycznej, następnie stożkowej i znów cylindrycznej; wskutek tego objętość przewodu jest większa i spółczynnik sprawności będzie cokolwiek lepszy. Przyrost V_0 w lufach stożkowych należy przypisać raczej zwiększonej objętości przewodu niż polepszeniu spółczynnika sprawności ładunku. A zatem łatwiej i prościej da się osiągnąć przez wydłużenie lufy cylindrycznej. Lufa stożkowa ma nieznaczną tylko przewagę wskutek cokolwiek lepszego spółczynnika sprawności ładunku, co jednak nie wyrównywa stron ujemnych związanych z trudnościami konstrukcji pocisku.

Chociaż projekt Gerlicha nie ma znaczenia praktycznego przy budowie dział, jednak autor próbuje stworzyć metodę dotyczącą teorii ruchu pocisku w lufie stożkowej. Dla obliczenia takiego ruchu nie nadają się istniejące metody balistyki wewnętrznej, bo one oparte są na zasadzie, że przekrój lufy jest stały. Przy przekroju zmiennym powstają równania różniczkowe, które są niecałkowalne. Dla celów praktycznych można jednak stosować rozwiązania przybliżone. Dla początku ruchu autor zastępuje równania właściwe innymi przybliżonymi, które dają się całkować; a dla dalszej drogi pocisku w lufie zastępuje je równaniem różnicowym. Przy ustalaniu równań przyjęto funkcję spalania Charbonniera lub Kruppa—Schmitza oraz pewne podstawienia upraszczające. Celem sprawdzenia nowej metody wybrano przykład liczbowy i porównano z wykresem ciśnienia obliczonym wg dawnej metody Kruppa. Wzięto armatę 150 mm, L/40 z rozszerzeniem kalibru do 200 mm; stożek przebiegał do samego wylotu. Ładunek normalny 13 kg podniesiono do 26 kg, aby wykorzystać rozszerzoną pojemność lufy. Otrzymano wyniki zbliżone, bo według metody autora wypada $V_0 = 1140$ m/s, a wg metody Kruppa $V_0 = 1160$ m/s

Gerlich osiągnął przy swych doświadczeniach bezsprzecznie wysoką moc broni palnej, lecz ten wzrost mocy należy przypisać nie tyle stożkowej budowie lufy, ile zastosowaniu nadmiernych wartości ładunku, ciśnienia i ciężaru pocisku. Dająca się osiągnąć moc zależy tylko od ciśnienia i przestrzeni rozprężania. Jeżeli porównywa się lufę stożkową z cylindryczną, to ważny jest warunek równej pojemności przewodu, a nie równej długości lufy i przy jednakowym przekroczeniu zwykłych warunków balistyki wewnętrznej lufa cylindryczna wykaże prawie taką samą moc. Pocisk Gerlicha posiada 2 kołnierze, które zostają następnie wtłoczone w odpowiednie wyżłobienia na ka-

dłubie pocisku; zastosowanie tej konstrukcji w pociskach dużych kalibrów jest rzeczą niemożliwą, bo nacisk na ścianki pocisku byłby zbyt wielki. Dla pocisków 37—50 mm ta metoda dałaby się jeszcze stosować. Dla oceny wynalazku Gerlicha jest rzeczą decydującą, że osiągnięty skutek pochodzi jedynie z przekroczenia zwykłych warunków balistycznych: stosowania bardzo silnego ładunku, specjalnego prochu o dużej energii (wysoka temperatura spalania i ciśnienie, które przy zwykłym prochu wywołałyby detonację) i ciężkich pocisków.

Zagadnienie wzrostu mocy działa ma bardzo wielkie znaczenie (zwiększenie donośności i szybkości lotu pocisku), a zatem doświadczenia Gerlicha wywołały wielkie zainteresowanie fachowców; bliższe zaś przestudiowanie tego zagadnienia prowadzi do wniosku, że podwyższenie energii wylotowej w jaki bądź sposób jest możliwe, lecz nieracjonalne, a przyczyna tego leży w nieznacznej sprawności prochów bezdymnych, azotowych. Prochy te są to połączenia już na pół przekształcone, a ich energia potencjalna wynosi zaledwie 1/10 energii materiałów popędowych do silników. A ponieważ tak jest, potrzeba stosować znacznie zwiększone ładunki dla dużych mocy, a stąd wynika pogorszenie spółczynnika sprawności. W mocy osiągniętej przez Gerlicha jesteśmy już na granicy, gdzie podwyższenie ładunku równoważy się stratą spółczynnika sprawności. Istotny postęp możnaby osiągnąć *przez wynalezienie prochu*, który obok wysokiej wartości cieplnej posiadałby własności nie obniżające długotrwałości lufy; wtedy możnaby przejść na zmniejszenie komory ładunkowej, czyli na krótsze naboje i otrzymać lepsze spółczynniki sprawności. Pociągnęłoby to za sobą wzrost szybkości bez obniżania szybkostrzelności. Niedostateczne wykorzystanie energii prochu oznacza też niepożądany wydatek surowców (celulozy, kwasu azotowego i siarkowego). Omawiany wynalazek miałby duże znaczenie, gdyby wskutek zwiększonych wymiarów udało się stosować dla pierścienia wiodącego i uszczelniającego inny miękki metal, jak np. cynk lub stop glinu.

2. *Donośność dział nowoczesnych.* — gen. Botzheim. Przy ocenie taktycznej mocy dział nowoczesnych bierze się zwykle pod uwagę, jako miarę porównawczą, największą donośność, wielkość kalibru i ciężar działa na stanowisku. Tymi danymi zadawalniają się nawet: literatura wojskowa oraz przepisy służbowe. Przeocza się przy tym, że niekorzystne warunki atmosferyczne, jak silny wiatr przeciwny, wysokie ciśnienie, chłód, ponadto zużycie się lufy, zbyt lekkie pociski, proch zimny i wilgotny mogą wpłynąć na skrócenie donośności

o 5—10%. Przy jednoczesnym zbiegu kilku niekorzystnych wpływów skrócenie donośności może dojść do 20% [1]). Natomiast wpływy korzystne mogą odpowiednio wydłużyć donośność. Następnie dla taktycznego wykorzystania największej donośności ma istotne znaczenie wielkość rozrzutu na tę odległość oraz możność obserwacji i zakres skutecznego działania pocisku. Jeżeli uderzenie pocisku 75 mm na odległość 10 km nie da się zauważyć z ziemi z pomocą lornety nożycowej, ani nie da się ustalić przy pomocy pomiaru dźwiękowego, a przez lotnika zaledwie da się rozpoznać, lub gdy punkty trafienia rozrzucą się na przestrzeni aż 500—1000 m [2]), to oczywiście cele na tę odległość nie mogą być skutecznie ostrzeliwane. Można liczyć jedynie na wyjątkowe wypadki trafienia, a większy wydatek amunicji zapewne się nie opłaci, zwłaszcza przy utrudnionej dostawie w wojnie ruchowej. Strzelanie pociskami gazowymi staje się mało skuteczne, bo nie osiągnie się przy małych kalibrach potrzebnego zagęszczenia. Przy stosowaniu pocisków wysmukłych skuteczność ich maleje wskutek mniejszej pojemności. Jeżeli celem zwiększenia szybkości początkowej i donośności podwyższa się ciśnienie w lufie do 2,500 atm. i wyżej, to wystąpi szybkie zużycie przewodu i wzrastające skrócenie donośności. Gdy np. w armacie plotniczej stosuje się szybkość 900 m/s. i ciśnienie 3500 atm., pociąga to za sobą tak szybkie zużycie lufy, że zmusiło ono do stosowania rdzeni wymiennych. Wzrost szybkości i donośności można uzyskać przez wydłużenie lufy, czemu stawia granicę poręczność działa zwłaszcza polowego, w którym powstaje zwiększenie ciężaru i drgania wpływające na celność. Przy bardzo długich lufach należy liczyć się nawet z ich przegięciem. Zwiększenie szybkości wylotowej napotyka na ograniczenie wskutek zbytniej siły odrzutu, co wpływa na zwiększenie ciężaru łoża.

Celem wykorzystania największej możliwej donośności dla danego działa musi być dana możność nadania kątów podniesienia do 40^0. Wobec długich luf dział nowoczesnych jest to żądanie trudne do

---

[1]) W działach polowych tylko w razie grubych błędów konstrukcyjnych; natomiast w działach o dużej mocy spadek donośności może wynosić nawet 30% (przyp. red. czasopisma niemieckiego).

[2]) Zbyt duży rozrzut nie zależy tylko od wpływów zewnętrznych, lecz i od niezgodnego dobrania skrętu, szybkości początkowej, ciężaru i kształtu pocisku oraz wymiarów względnych komory ładunkowej (przyp. red. czasopisma niemieckiego).

spełnienia i wymaga złożonej konstrukcji (łoże rozwierane, odciążacze) lub dodatkowych manipulacyj (kopanie dołów).

Opierając się na powyższych uwagach autor rozpatruje zagadnienie zwiększenia donośności różnych rodzai dział i kalibrów stosowanych od początku wojny światowej do dnia dzisiejszego, opierając się głównie na artylerii niemieckiej i francuskiej, jako wzorach przy rozwoju sprzętu w innych krajach.

A. Lekkie działa polowe. Przed wojną światową nie zwracano wcale uwagi na wykorzystanie największej donośności: w Niemczech tabele strzelnicze dla armaty wz. 96 n/A były zbadane strzelaniem tylko do 7000 m oraz obliczone do 8400 m; faktycznie największa donośność wynosiła 7800 przy $V_0 = 465$ m/s. W armacie francuskiej wz 97 osiągnięto don. 9000 m przy $V_0 = 550$ m/s. Ówczesne łoża skrzynkowe pozwalały na podniesienie do 15^0 (arm. niemiecka) lub 18^0 (armata francuska), co odpowiada donośnościom 5500 i 7500 m i wskutek tego podziałka celownika sięgała do tych odległości. Większe podniesienie wymagało podkopywania ogona łoża i nadawania kąta podniesienia kwadrantem. Większa V_0 w arm. franc. była uwarunkowana żądaniem dużej głębokości działania szrapnela przeciw celom żywym na główną odległość walki 2000—4000 m; na odległościach dalszych działanie to szybko malało wskutek zwiększania się kąta upadku, zmniejszenia szybkości pozostałej i wzrostu rozrzutu punktów rozprysku. Wobec tego zapalnik szrapnela działał do 5000 m (w Niemczech) i do 5500 m (we Francji). Przy stosowaniu granatu niemieckiego wz. 11 na rozprysk cele żywe za ukryciem miały być rażone z góry; strzelanie na duże odległości nie miało skutku z powodu zbyt dużego rozrzutu wzdłuż i wzwyż punktów rozprysku. Na użycie granatu z zapalnikiem uderzeniowym przy duych odległościach w wojnie ruchowej nie można było liczyć, z powodu niedostatecznej obserwacji punktu trafienia, z powodu wzrostu rozrzutu wzdłuż i konieczności podkopywania ogona łoża. Gdy Francuzi wkrótce uznali za potrzebne wykorzystanie większych donośności swej armaty polowej, powstała konieczność, aby niemiecka artyleria ciężka polowa mogła zwalczać skutecznie baterie przeciwnika z odległości 7000—9000 m, a wojna pozycyjna umożliwiła dalej sięgającą obserwację. Wprowadzono tedy w Niemczech lekką haubicę polową, wz. 16, która dała donośność 10.000 m przy $V_0 = 450$ m/s i ważyła 1450 kg, lecz jej łoże okazało się za słabe i stosowanie ładunku 8-go było tylko wyjątkowe, a po wojnie zniżono don. tego działa do 9200 m (co zmniejszyło energię wylotową

o 25%). To samo łoże zastosowano do armaty wz. 16 i wtedy osiągnięto don. 9200 m przy $V_0 = 545$ m/s, a przy pocisku C i $V_0 = 600$ m/s donośność 10700 m. Francja wprowadziła również ulepszony pocisk i uzyskała w swej armacie polowej don. 11.000 m (ciężar działa 1250 kg wobec 1450 armaty niemieckiej). Łoże armaty niem. wz. 16 mogło wytrzymać większe jeszcze obciążenie i wskutek tego po wojnie zwiększono jej don. do 11.600 m, a jest rzeczą możliwą i pożądaną, wobec braku armaty 100 mm, osiągnąć nawet 12.500 m; zwiększona szybkość początkowa służyć może do skuteczniejszego zwalczania czołgów na bliskie odległości. Wymaga to jednak wzrostu ciśnienia do 2500 atm., co pociąga za sobą szybsze zużycie lufy, a zatem strzelanie na maksymalną donośność należy ograniczyć do wypadków wyjątkowych.

Należy sobie wyraźnie uzmysłowić, że przy użyciu kalibru 75 mm nie może być mowy o ogniu skutecznym na odległość 10.000—12.500 m ze względu na duży rozrzut i znaczne oddziaływanie wpływów zewnętrznych na tor pocisku. Jeżeli nawet w różnych krajach stosowano armaty 75 mm, które wykazują don. 14, a nawet 18 km, (płotnicze) z szybkością pocz. 700—900 m/s, to okazuje się w nich tyle stron ujemnych, że taki wzrost don. dla dział polowych nie opłaca się wcale. Może tu raczej chodzić o ogień wzbraniający skierowany na większe cele jak miejscowości zamieszkałe, obozy, stanowiska wyjściowe, węzły komunikacyjne itp. A zatem taktycznie wartościową don. dla armaty 75 mm należy uważać odległość 9000 m, a możliwe większe donośności przyjąć z zastrzeżeniem tak co do skuteczności działania (czy opłaci się wydatek amunicji), jak i co do możliwości skrócenia don. o 10—20% wskutek niekorzystnych warunków zewnętrznych i wobec tego liczyć się należy z niedosięgnięciem wogóle danego celu.

W haubicy niemieckiej wz. 16 byłoby pożądane, przy zastosowaniu mocniejszego łoża, uzyskać don. 11.000 m, aby zapewniona była taktycznie wartość don. równa 9000 m przy odpowiednio lepszej celności, mniejszych wpływach zewnętrznych, lepszej obserwacji strzału i większym skutku działania granatu 100 mm w porównaniu z 75 mm. Gdyby ta haubica miała zostać w Niemczech jako działo głównej walki artylerii lekkiej, to uzyskanie powyższej don. byłoby zasadniczym warunkiem, aby dostosować się skuteczną don. do francuskiego działa wz. 97 pozostałego w dużej ilości (około 5000 sztuk). Poza tym w innych zresztą krajach wykonano lekkie haubice o dużej don., jak w Stanach Zjedn., w zakł. Bofors, Schneider i Szkoda.

B. Działa artylerii ciężkiej. Donośności dział niemieckiej art.

ciężkiej na początku wojny (hb. 150 mm wz. 02—7500 m i moździerz 210 mm—9200 m) uważano za wystarczające, aby zwalczać nimi skutecznie baterie polowe francuskie oraz haubice 155 mm o don. 6300 m. Lecz Francja wkrótce zdecydowała się wykonać masowo nowe haubice 155 mm oraz moździerze 220 mm o don. 11.000 m, wystarczająco ruchliwe dla wojny pozycyjnej. Aby więc wyrównać tę przewagę ciężkiej art. francuskiej, Niemcy zmuszone były wydłużyć lufy swoich dział ciężkich o 3—5 kalibrów i uzyskać don. 8800 i 10.200 m („długa" haubica i „długi" moździerz). Ta nowoczesna haubica francuska 155 mm tworzy jeszcze obecnie główny rdzeń ciężkiej art. dywizyjnej (1800 dział) oraz istnieje w podobnym wykonaniu w innych krajach. Przy podziale na 2 jednostki (ciężar na stanowisku 3300 kg) posiada jeszcze wystarczającą ruchliwość dla pociągu konnego. Przy tworzeniu nowych ciężkich baterыj w Niemczech należy mieć działo o don. conajmniej 11.000 m, a jeszcze lepiej 12000—13000 m z pociągiem motorowym.

Do artylerii ciężkiej zaliczają się też armaty 100, 130 i 150 mm. Na początku wojny światowej istniejąca niem. arm. 100 mm wz. 04 zarówno jak i franc. arm. 100 mm wz. 13 posiadały don. 12.500 m (pocisk z czepcem), która z biegiem czasu na skutek wydłużenia lufy w Niemczech o 15 kalibrów wzrosła do 14.000 m (armata wz. 17) przy jednoczesnym wzroście ciężaru do 3200 kg. Dalszy wzrost don. do 16.000 m już by się nie opłacał wobec przypuszczalnego dużego rozrzutu. Ciśnienie w armacie wz. 17 wynosi już 2300 atm., należałoby zatem jeszcze więcej przedłużyć lufę, co powiększyłoby ciężar działa i wykluczyłoby stosowanie pociągu konnego. Dla takiej armaty don. 12.000 m należy uważać za taktycznie skuteczną. Niemcy posiadały na początku wojny jeszcze 30 sztuk armat 130 mm z don. 14.500 m, podwyższoną następnie do 16.500 m. Jej granat ważący 42 kg był tak skuteczny jak granat 150 mm. Działo to wówczas przewyższało donośnością wszystkie ciężkie armaty francuskie, nawet forteczne. W 1918 r. na froncie było tych armat 120 sztuk.

Dopiero przez wykorzystanie luf armat morskich na dostosowanych łożach naziemnych i przez stworzenie armat 155 mm o don. 16.000—20.000 m udało się Francuzom wyrównać swą niższość pod względem donośności artylerii ciężkiej. Armaty franc. 105 mm wz. 13 i armaty 150 mm tworzą dziś główne uzbrojenie artylerii korpusowej (1500 dział) i są przeznaczone do zwalczania artylerii przeciwnika. Niemcy zaś dla zwalczania celów umieszczonych na tyłach zbudowali

armatę 155 mm o don. 23.000 m; dział tych przy końcu wojny było na froncie 250 sztuk. Przy $V_0 = 775$ m/s powstawało ciśnienie 3000 atm. i powodowało szybkie zużycie się przewodu lufy oraz spadek donośności o 2000 m. Już od don. 16 km średni rozrzut wzdłuż wynosił 150—300 m i działo to nie nadawało się do zwalczania artylerii. Wydaje się więc, że praktyczna granica dla kalibru 150 mm wynosi 15 km.

C. *Działa artylerii najcięższej* obejmują kalibry od 200 do 520 mm. Zadanie ich jest dwojakie: a) Burzenie umocnień wszelkiego rodzaju, a zatem jak największy kaliber pocisku. Donośność zaś jest ograniczona celnością, aby móc trafiać nawet w cele nieduże, jak wieże pancerne lub schrony betonowe. Wzrost kalibru pozwala na zwiększenie don. wskutek większego obciążenia poprzecznego pocisku. Dolna granica uwarunkowana jest zabezpieczeniem od ognia artylerii przeciwnika i możliwością przewozu na wozach kolejowych. W czasie wojny światowej najcięższe haubice i moździerze miały don. 9—14 km (niem. i austr. hb. 420 mm), nowoczesne działa tego rodzaju mają don. 15—18 km (franc. hb. 520 mm).

b) Ostrzeliwanie ważnych celów położonych daleko poza frontem nieprzyjacielskim. Ze względu na nieznaczną długotrwałość i niewielką szybkostrzelność zastosowanie ich wyjątkowe do zwalczania artylerii ograniczone jest do ostrzeliwania niektórych odległych bateryj ciężkich z pomocą obserwacji lotniczej. Do tego przeznaczenia stosowano ciężkie kalibry artylerii morskiej na łożach lądowych lub działa kolejowe z don. 20—35 km, wyjątkowo 60 km, a nawet 130 km (ostrzeliwanie Paryża). Wobec bardzo wielkich rozrzutów na takie odległości, można liczyć raczej na ich skutek moralny; zresztą bombowce osiągają ten sam rezultat z lepszą celnością. Dalszy rozwój pocisków rakietowych wskazuje nowe drogi.

Powyższe rozważania miały na celu przekonać taktyków i wyższych dowódców, aby nie przyjmowali bezkrytycznie danych z literatury o donośności dział nowoczesnych, lecz aby zadali sobie trochę trudu i zbadali te liczby pod względem ich taktycznej wartości, aby nie dać się omamić wielkimi donośnościami dział zagranicznych, które są zwykle okupione innymi stratami oraz aby nie poddawali się przesadzonym nadziejom co do artylerii własnej, lecz liczyli się tylko z tym, co faktycznie można uzyskać z pewnością od artylerii na dużych odległościach.

3. *O temperaturze wystrzelonych pocisków* — por. Zimmermann. Pocisk nagrzewa się nie tylko wskutek podwyższonej temperatury gazów prochowych, lecz i od tarcia w lufie. Powstaje pytanie: czy temperatura pocisku wskutek tarcia o powietrze rośnie czy maleje? Zjawiska kosmiczne dowodzą, że tarcie o powietrze może być bardzo duże. Szybkość meteorów przy przelocie przez atmosferę ziemi przekracza coprawda 10-io i 100 krotnie szybkości pocisków; rozżarzają się one na wysokości 120 do 150 km nad powierzchnią ziemi i gasną na wysokości około 100 km. Wskutek oporu powietrza tracą one swą szybkość rychło i upadają na powierzchnię ziemi ze stosunkowo nieznaczną szybkością pozostałą (znajdowano meteoryty na powierzchni zamarzłego jeziora). Nagłe zahamowanie szybkości lotu wywołuje rozpalenie do białości i często ich eksplozję. Szybkość pozostała meteorytów okazuje się tak wielką jak szybkość początkowa pocisków karabinowych (985—1255 m/s). Znajdowano meteoryty zaraz po upadku, które miały skorupę zewnętrzną stopioną, lecz wewnątrz były bardzo zimne.

Doświadczenia z pociskami były wykonane przez Preussa i dały następujące wyniki. Pocisk wystrzelony w piasek lub w pień drzewa nagrzewa się tak silnie, że parzy w ręce. Pocisk trafiony w płytę stalową rozpala się do czerwoności. Lecz te zjawiska należy przypisać nagłemu przejściu energii kinetycznej w ciepło w chwili uderzenia pocisku o ciało stałe. Jeżeli wystrzelić pocisk pionowo w górę, to po upływie około 70 sekund on spadnie i będzie tak gorący, że nie można go wziąć do ręki; przyjęto, że ciepło to powstaje od uderzenia. Preuss ocenia temperaturę płaszcza takiego pocisku na 300^0 (nalot niebieski). Ponieważ rdzeń ołowiany się nie stopił (punkt topliwości 326^0), napełnił on pocisk stopem o punkcie topliwości 245^0; rdzeń pozostał nienaruszony. Powtórzono doświadczenie z rdzeniem o p. topl. 95^0 i wynik był taki sam. Zastosowano rdzeń z wosku — bez skutku. Temperatura gazów prochowych w czasie strzału wynosi około 3000^0; ciepło ich działa głównie na dno pocisku, ale w ciągu bardzo krótkiego czasu i nie zdąży nagrzać pocisku.

Kwas pikrynowy detonuje przy 380^0, proch czarny przy 280^0, a rtęć piorunująca przy 187^0; gdyby pocisk artyleryjski wskutek oporu powietrza nagrzewał się, doprowadzonyby został do detonacji, czego w samej rzeczy nie bywa. Występuje tu raczej strata ciepła przez promieniowanie, przez przewodnictwo i zabieranie ciepła przez wciąż nowe cząstki chłodnego powietrza. Od tarcia o powietrze powstałoby

ciepło wówczas jedynie, gdyby szybkość pocisku była bardzo wielka. Gdyby pocisk był wystrzelony z przestrzeni międzyplanetarnej o temperaturze — 237^0, musiałby po pewnym czasie stopić się osiągnąwszy szybkość 40.000 m/s. Preuss przychodzi do wniosku, że nasze pociski o szybkości 895 m/s posiadają najwyższą temperaturę płaszcza tuż przy wylocie z lufy; po czym następuje spadek temperatury, bo tarcie o powietrze jest zbyt nikłe.

4. *Artyleryjska Komisja Doświadczalna w Niemczech* — ppłk Justrow. Inicjatorem powstania tej Komisji i właściwym jej przewodnikiem duchowym był Scharnhorst. Czynność swoją rozpoczęła Komisja na wiosnę 1810 r. pod kierownictwem księcia Augusta Pruskiego jako szefa, który brał też czynny udział w jej pracach. W ten sposób położono fundamenty pod konsekwentny i jednolity rozwój tej najważniejszej broni i ogólnej techniki uzbrojenia, „która dotychczas była miejscem harców wiedzy tajemnej, chodowanej wg zapatrywań indywidualnych w cechach jak czarna magia". Scharnhorst miał na celu, aby każdy najskromniejszy członek korpusu artylerii miał możność dokonywanią projektów ulepszeń; uznawał on ważność związku teorii z praktyką oraz zaczął rozbudzać znakomite poważanie dla nauk matematycznych i fizycznych w kierownictwie siłami zbrojnymi, co jednak później ze szkodą dla wojska częściowo zanikło.

Wkrótce zachęcające myśli i wskazujące pewne kierunki zaczęły promieniować z A. K. D. na wszelkie dziedziny techniki wojskowej. Po za nauką o broni uzyskała ona, dzięki swym doświadczeniom, niemały wpływ na naukę o umocnieniach polowych, na budownictwo twierdz, pancerne i betonowe, na materiałoznawstwo wybuchowe i zapalające, a nawet na uzbrojenie floty i wybrzeży. Pozostawała ona w ścisłej łączności z utworzoną następnie Komisją Doświadczalną Broni Małokalibrowej, z Komitetem Inżynierskim, z Wojskowym Urzędem Prób, z zakładami badawczymi państwowymi i prywatnymi i miała niemałoważny wpływ na wyszkolenie ogniomistrzów i na ukształtowanie państwowych wytwórni broni i amunicji. Art. Kom. Dośw. nie zawsze jednak szła z postępem czasu, była ona zbyt związana z tradycjami frontu i niechętnym okiem patrzyła na prace Akademii Wojennej i jej dążenia do wyższego kształcenia oficerów.

Właściwa czynność AKD polegała na ustaleniu całego sprzętu dla artylerii polowej, ciężkiej i fortecznej od najmniejszego do największego kalibru. Jej wybitne zasługi w tej dziedzinie są niewątpliwe, po za powodzeniem osiągniętym przez przemysł i po za dążeniami

Sztabu Głównego i M. S. Wojsk. Wydatne znamiona jej czynności doświadczalnej są następujące: wprowadzenie dział gwintowanych, konstrukcja haubicy ciężkiej poprzedniczki głównego działa art. ciężkiej w czasie wojny światowej, przejście z prochu czarnego do materiałów azotowych, zastosowanie granatów tłoczonych ze stali, wprowadzenie działa z odrzutem lufy i przezbrojenie całej artylerii, udoskonalenie najcięższego sprzętu oblężniczego zwłaszcza „Grubej Berty". Po za sprawami konstrukcyjnymi zajmowano się tam ulepszeniem tworzywa na lufy i materiału miotającego oraz wybuchowego. W tym kierunku spowodowała ona współzawodnictwo między wytwórniami prywatnymi a państwowymi, dzięki czemu niemiecka technika budowy dział rozkwitła i była uznaną przez cały świat. Istnieje cały szereg znakomitych fachowców i wytwórni, którzy zostali przez tę Komisję pociągnięci do pokojowego współzawodnictwa w ulepszaniu sprzętu art.; wystarczy wymienić takie imiona, jak: Borsig, Cranz, Deimler, Goerz, Gruson, Heydenreich, Kast, Rausenberger, Zeiss i inni. W 1909 roku AKD obchodziła swój 100-letni jubileusz. W czasie wojny działalność jej była bardzo utrudniona, bo nie było czasu na długotrwałe nowe badania ,a pod naciskiem konieczności wojennych AKD musiała przyśpieszać swe czynności; zaledwie wypróbowany nowy sprzęt lub nowa namiastka tworzywa musiały być niezwłocznie odsyłane na front. Bez wątpienia w przyszłości znaczenie artylerii jeszcze wzrośnie, a stąd i rola AKD. Wprawdzie na podstawie traktatu pokojowego AKD przestała istnieć oficjalnie, lecz duch jej żyje w pozostałych przy życiu jej „bojownikach" oraz w jej spadkobierczyni — Inspekcji Broni (Heereswaffenamt Prüfwesen) pod kierownictwem gen. Beckera.

5. *Wybuch w Reinsdorf i wnioski z niego* — ppłk Justrow. Powtarzające się co jakiś czas eksplozje materiałów wybuchowych w składnicach lub wytwórniach nasuwają myśl, jak słabi są ludzie wobec zrządzenia losu kierowanego niewidzialną dłonią i jak są bezsilni wobec energii przyrody. Po wojnie nawiedziły Niemcy 2 katastrofy tego rodzaju: w Królewcu (składnica art. w Rotenstein) i w Oppau pod Ludwigshafen (wytwórnia farb); w czerwcu 1935 r. nastąpiła trzecia katastrofa w Reinsdorf.

Mianowicie dnia 13. VI. 35 r. około godziny 15-ej zdarzył się wybuch w wytwórni trotylu w Reinsdorf (Westfalisch Anhaltische Sprengstoff-Actien-Gesellschaft), skutkiem czego zostało zabitych 82 osoby, 104 ciężko rannych i 700 lekko rannych. Przebieg katastrofy był następujący: podczas czerpania kwaśnych odpadków pozostałych

z mieszaniny dwu i trójnitrotoluolu z naczyń żelaznych, wpadła do naczynia rękawica ochronna i pudełko z watą. Wkrótce zapłonęła ta mieszanina w ilości 500 kg. Nie udało się ugasić pożaru, który spowodował wybuch. Ten wybuch przeniósł się na inne naczynia, wanny, kotły itp. urządzenia i cały ten oddział został zniszczony. Po czym nastąpił wybuch suszarni masy prochowej, znajdującej się w odległości 660 m, spowodowany zapewne padającymi odłamkami, druga suszarnia spaliła się bez wybuchu. Po kilku minutach wyleciał w powietrze oddział nitrogliceryny, będący w odległości 200 m od źródła eksplozji, a po pewnym czasie również oddział trotylowy. Inne części wytwórni zostały mniej lub więcej uszkodzone. W miejscowościach Braunsdorf i Reinsdorf, odległych od wytwórni na 1300 do 1400 m, wytłoczone zostały ramy okienne, drzwi, ściany, dachy. Miejscowości te były położone w dolinie niżej od wytwórni.

Co dotyczy budynków w wytwórni, to okazało się, że sklepienia przysypane ziemią sprzeciwiły się fali wybuchu i odłamkom. Lekkie budowle otoczone jednym wałem gorzej się zachowały. Obwałowanie zostało odchylone ku górze, a ściany wygięły się nazewnątrz i częściowo straciły swe dachy. Szyby szklane drutowane zachowały się dobrze.

W czasie wojny prawie każda wytwórnia prochu lub materiałów wybuchowych na świecie przeszła taką katastrofę raz lub nawet kilka razy. Krocząca naprzód wiedza przy wynajdywaniu i wyrabianiu wciąż nowych materiałów wybuchowych stosowanych do różnych celów stara się zatem ulepszyć bezpieczeństwo manipualcyj z nimi. Bez materiałów wybuchowych dzisiejszy wielki przemysł obejść się nie może ,a broń palna i jej postęp związane są z nimi nieodłącznie, jak również inne sposoby niszczenia przedmiotów materialnych. Przemysł chemiczny jest w całokształcie obrazu gospodarki krajowej bardzo istotnym, jeżeli nie najistotniejszym ogniwem dla pomyślnej przyszłości, a przemysł materiałów wybuchowych, służąc również do obrony egzystencji narodu, musi istnieć i nadal się rozwijać pomimo wszelakiego niebezpieczeństwa. Ofiary, jakie za sobą pociąga, są to bohaterowie ginący dla dobra ogółu.

Na czym polega niebezpieczeństwo powstające przy wyrobie materiałów wybuchowych i manipulowaniu nimi? Istotna cecha różniąca materiał kruszący od innych zbiorników energii występujących w przyrodzie, lecz trudniej rozkładalnych, polega na tym, że posiadają one taką strukturę, iż związane z nimi siły są w stanie równowagi

chwiejnej i mogą na skutek słabego zewnętrznego impulsu uzewnętrznić się w postaci detonacji. Węgiel, wodór, i tlen są tak ze sobą złączone za pośrednictwem azotu, że nagle zamieniają się w potężne i bardzo gorące gazy bez potrzeby czerpania do ich spalania się tlenu z powietrza, jak to zachodzi w paliwach silników, pieców itp. urządzeń. Małe uderzenie, nieznaczne tarcie, cienki strumień ognia, słabe podniesienie temperatury — często wystarczają, aby wyzwolić energię materiału wybuchowego. A zatem *pierwszą* naszą troską powinno być usuwanie tych wpływów, dopóki nie potrzebujemy tej energii do użytku; o to zabezpieczenie należy dbać zwłaszcza w miejscach wyrobu, gdzie materiały wybuchowe w poszczególnych fazach powstawania podlegają najwięcej wpływom mechanicznym.

Obszar zniszczenia powstający w razie wypadku zależny jest przede wszystkim od ilości materiałów wyb. podlegających detonacji jednocześnie. W ograniczeniu ilości mat. wyb. wytwarzanego lub przechowywanego w danym miejscu leży *drugi* czynnik zmniejszenia skutków katastrofy.

Podczas detonacji mat. wyb. powstaje silna fala w powietrzu i w ziemi, ta ostatnia biegnie szybciej; natomiast intensywność fali powietrznej i jej siła burząca otaczające budowle, a także jej uderzenie na sąsiednie skupienia mat. wyb są o wiele większe. Otóż *trzecim* punktem służącym do umiejscowienia wypadku jest takie rozmieszczenie wzajemne mat. wyb., aby było niemożliwe przeniesienie uderzenia fali powietrznej z jednej masy na drugą.

Czwartym środkiem są ściśle określone i zachowane odległości bezpieczne między niebezpiecznymi pracowniami a domami mieszkalnymi. We wszystkich krajach istnieją przepisy co do wyrobu, przechowywania, transportu, stosowania i obchodzenia się z mat. wyb.; w niektórych krajach, np. we Francji istnieje państwowy monopol na ich wyrób, a w innych wyrób ten znajduje się pod ścisłą państwową kontrolą i dozorem.

W razie nieszczęśliwego wypadku przyczyna zwykle nie da się ustalić z całą pewnością, bo we właściwym źródle wybuchu wszystko bywa zniszczone. Na miejscu powstaje potężny krater, który np. w Oppau miał 100 m średnicy i 15 m głębokości. Przyczyna wybuchu może leżyć w zamachu, lecz również i w drobnym błędzie w wytwórczości (w instalacji, procesach wyrobu), w niedbalstwie, w braku urządzeń przeciwpożarowych, w lekceważeniu niebezpieczeństwa, w nie-

ostrożności w obchodzeniu się z narzędziami, z ogniem itp. Duże znaczenie ma też zabezpieczenie od piorunów, co może być dokonane dostatecznie pewnie.

Przepisy bezpieczeństwa są liczne i szczegółowe, lecz muszą być bezwzględnie przestrzegane. Pomimo najsurowszego przestrzegania przepisów nie można całkowicie uniknąć wypadków z przyczyn nieprzewidzianych, pochodzących tak z winy materiału, jak i niedoskonałości ludzkiej; chodzi tu jednak o możliwe ograniczenie tych wypadków oraz o zmniejszenie ich skutków (małe ilości mat. wyb. zgromadzone razem, dostateczne odległości od najbliższych skupień mat. wyb., bezpieczne odległości od zamieszkałych miejscowości itp.).

Badania naukowe i wzory teoretyczne o zachowaniu się, wielkości ciśnienia i spadku ciśnienia fali detonacji są bardzo liczne, lecz częściowo sprzeczne i uznane są za niezupełnie jeszcze niezawodne. (Szczegółowe rozważania p. Ztschr. f. d. Gesamte Schiess- u. Sprengstoffwesen, 1927 r., str. 103, tegoż autora). Z licznych doświadczeń praktycznych wynika, jako wzór najstosowniejszy: $R = k\sqrt{M}$, gdzie R oznacza odległość bezpieczną w metrach od masy M mat. wyb. w kg, k — spółczynnik, którego wartości minimalne wynoszą: $k = 0{,}5$ przy wzajemnej odległości skupień mat. wyb. w postaci luźnej lub w amunicji, celem uniknięcia jednoczesnej detonacji (padania odłamków nie uwzględniono); $k = 2{,}5$ dla publicznych traktów; $k = 5$—10 dla budowli zamieszkałych pojedyńczych; $k = 10$ dla zamieszkałych osiedli; zasięg działania odłamków rozrzuconych wybuchem rozprzestrzenia się jednak do $k = 20$. Powyższe odległości mogą być zmniejszone tylko wtedy, gdy między składnicami mat. wyb. a danym przedmiotem mieści się las wysokopienny lub wzgórza.

6. *Pomiary oporu pocisku w lufie*—Kutterer. Jednym z wielu jeszcze nierozwiązanych zagadnień balistyki jest określenie oporu wtłaczania i tarcia pocisku w lufie. Znajomość dokładna tej wielkości jest potrzebna dla dokładnego rozwiązania zasadniczych równań balistyki wewnętrznej. Część tarcia pocisku, mianowicie ta, jakiej doznaje pocisk w kierunku przewodu lufy z powodu ciśnienia normalnego i tarcia o pola, uwzględnia się przy pomocy fikcyjnej masy pocisku. Lecz nie pamięta się o tym, że spółczynnik tarcia zawarty w tej liczbie zależy od szybkości pocisku. A tarcia wytworzonego na powierzchni kadłuba pocisku wcale nie bierze się pod uwagę. Znajomość siły oporu wtłaczania potrzebna jest też dla balistyki stosowanej, bo jej wielkość zależy od profilu pocisku, a od tarcia zależy też zużycie się lufy, zwłaszcza

małokalibrowej. Autor próbuje uczynić dalszy krok ku rozwiązaniu tego zagadnienia, omawia on dotychczasowe metody statyczne (Cranza, Horstiga, Libessarta) lub na poły statyczne, np. wtłaczanie pocisku uderzeniami młota albo ciśnieniem hydraulicznym i metody dynamiczne (Séberta, Libessarta, Cranza-Schardina), wreszcie własną metodę bezpośredniego pomiaru przyśpieszenia lufy, w której unika się dwukrotnego różniczkowania funkcji drogi od czasu. Z pomiarów autora wynika, że opór wtłaczania podczas strzału jest o połowę mniejszy niż przy wtłaczaniu statycznym i wynosi dla karabinowego pocisku *S* — 133 kg, dla *Ss* — 172 kg, dla *Smk* — 251 kg.

W. V.

WŁOCHY.

(RIVISTA DI ARTIGLIERIA E GENIO, 1936 r.).

1. *Sprzęt artyleryjski 75 mm baterii rozkładanej na jednostki transportowe oraz baterii z ciągiem konnym i mechanicznym.* Omawiane są 2 nowe typy działa dywizyjnego 75 mm, które w myśl wytycznych władz wojskowych powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

Ruchliwość, umożliwiająca artylerii towarzyszyć stale i wszędzie oddziałom piechoty.

Największa donośność 9—10 km.

Szerokie poziome pole ostrzału.

Szerokie pionowe pole ostrzału.

Najpierw skonstruwano długą haubicę 75 mm L/18 wz. 34 (rys. 1), rozkładaną na jednostki do transportu za pomocą zwierząt pociągowych lub ludzi. Dała ona tak dobre wyniki, że postanowiono dostosować ten typ działa do użytku w dywizjach zmotoryzowanych. Przeprowadzone, w wykonaniu tego polecenia, zmiany konstrukcyjne dały haubicę 75 mm L/18 wz. 35. Charakterystyczne dane obu tych dział przedstawiają się następująco:

Haubica 75 mm wz. 34:

Szybkość początkowa 435 m/s.

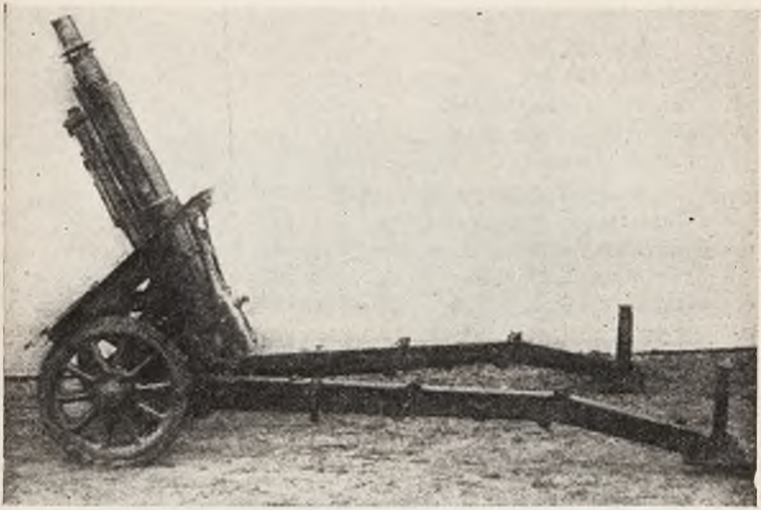
Ciężar pocisku 6,35 kg.

Lufa posiada hamulec wylotowy.

Ilość ładunków 4.

Największa donośność 9400 m.

Łoże dwuogonowe zmiennej długości.



Rys. 1.

Poziome pole ostrzału 50^0.

Pionowe pole ostrzału od — 10 do + 65^0.

Odrzut zmienny w zależności od podniesienia od 0,4 do 1 m.

Rozstęp kół zmienny: przy osi sztywnej w położeniu bojowym 1284 mm.

przy osi sztywnej w położeniu marszowym 984 mm.

przy osi elastycznej 1175 mm.

Ciężar działa na stanowisku 800 kg.

Ciąg zwierzęcy za pomocą zaprzęgu dwukonnego (w szydło).

Ciężar działa w marszu wraz z tarczami 820 kg.

Ciąg mechaniczny przy bezpośrednim połączeniu z ciągnikiem.

Największa szybkość jazdy: z ciągnikiem górskim i osią elastyczną 15 km/g.

Największa szybkość z ciągnikiem szybkobieżnym 30—35 km/g.

Przy małych szybkościach jazdy można również stosować oś sztywną (wymienną).

Jednostki transportowe (juki):

1. lufa 105 kg.
2. łoże 109 kg.
3. koła i osie 105 kg.
4. ogon z lemieszami 110 kg.
6. sanki i części dodatkowe 109 kg.
7. zamek i odciążacze 105 kg.
8. tarcze i zaprzęg 111 kg.

Rozkład działa na części trwa 5 minut.

Transport siłą ludzką: części ważą od 10 do 109 kg.

Haubica 75 mm wz. 35. (rys. 2).



Rys. 2.

Różni się cokolwiek zmienioną konstrukcją łoża o zawieszeniu elastycznym; prawie 2 razy większą średnicą kół i większym ich rozstępem. Pionowe pole ostrzału wynosi od — 10^0 do + 45^0. Ciężar na stanowisku 1100 kg. Przy konstrukcji tego działa kierowano się również dążeniem dostosowania go do: a) ciągu konnego, b) ciągu mechanicznego o większych szybkościach jazdy, c) transportu górskiego za pomocą ciągu konnego lub ciągnikowego (rys. 3). Przodek dostosowany przy ciągu konnym posiada koła o tej samej średnicy i skrzynie na amunicję (28 pocisków). Ciężar w marszu wynosi 1800 kg. Transport górski na dwóch wozach po 800 kg.

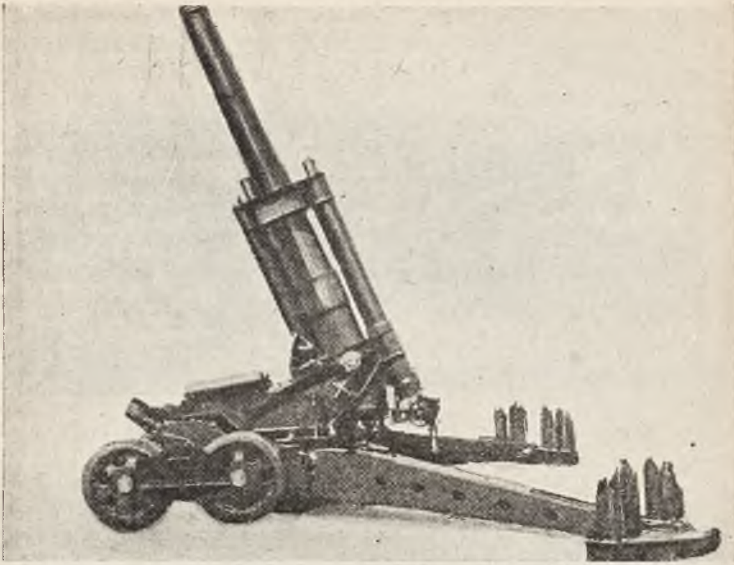


Rys. 3.

2. *Nowy sprzęt artylerii włoskiej.* Na uzbrojenie wojska włoskiego przyjęto dwa nowe działa: haubicę 210 mm i armatę 149 mm. Oba te działa są wyrabiane przez zakłady Ansaldo.

Haubica 210 mm L/22 (rys. 4). Dane charakterystyczne:

Szybkość początkowa przy ładunku najsilniejszym 570 m/s.
Ciężar pocisku 102 kg.
Ciężar ładunku wewnętrznego 18 kg.
Największa donośność 16.000 m.
Lufa z rdzeniem wymiennym na zimno.
Zamek śrubowy z uszczelnieniem plastycznym.
Koła na półpneumatykach.
Łoże dwuogonowe.
Poziome pole ostrzału 75^0.
Pionowe pole ostrzału 70^0.
Odrzut zmienny w zależności od podniesienia.
Oporopowrotnik hydropneumatyczny (na olej mineralny).
Odciążacze hydropneumatyczne.
Ciężar działa na stanowisku 15.880 kg.
Ciąg mechaniczny na dwóch wozach uresorowanych.
Ciężar wozu z lufą 8.200 kg.
Ciężar wozu z łożem 10.800 kg.



Rys. 4.

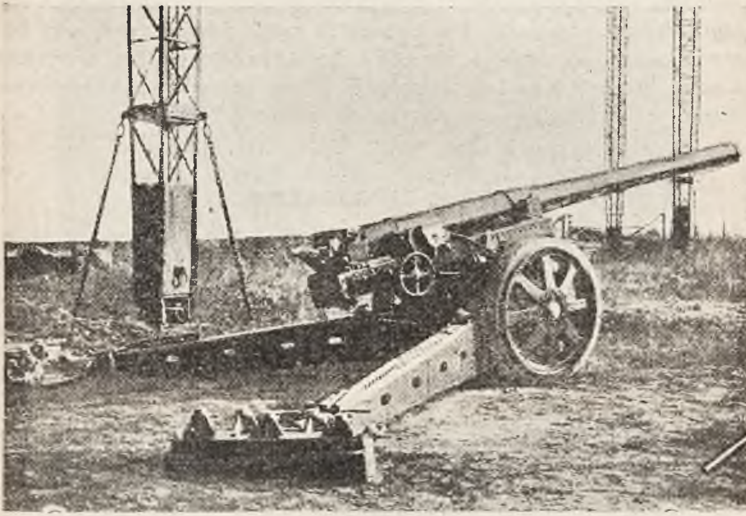
Największa szybkość jazdy z ciągnikiem ciężkim wz. 32—30 km/g.
Ciężar w marszu (na jednym wozie) 15.780 kg (?).
Szybkostrzelność: przy 20^0 strzał co 2′.
Szybkostrzelność: przy 60^0 strzał co 4′.

Czas potrzebny do zamiany rdzenia wynosi nieco więcej niż ½ godziny.

Łoże w położeniu marszowym spoczywa na czterokołowych wrotkach.

Przeguby, łączące ogon z łożem, umożliwiają jego poruszanie się również w płaszczyźnie pionowej. Końce ogonów są zakończone stopami, w które wbija się lemiesze w postaci szeregu noży. Po wyjęciu lemieszy i podniesieniu wrotek można działo łatwo obrócić o 360^0. Umożliwia to zmianę frontu w najkrótszym czasie i ułatwia wybór stanowiska w każdym terenie, który jest mniej więcej równy. Czas potrzebny do ustawienia działa na stanowisku, jak również czas potrzebny do opuszczenia stanowiska wynosi 30 minut. Haubicę można

rozebrać i transportować w górach za pomocą 4 wozów zaopatrzonych w pasy pociągowe. Piąty wóz pomocniczy służy do załadowania i wyładowania lufy i jest przeznaczony do transportu niezbędnych narzędzi, jak podpórek, dźwigni, kozłów itp.



Rys. 5.

Armata 149 mm L/40 (rys. 5). Dane charakterystyczne:

Szybkość początkowa przy ładunku najsilniejszym 800 m/s.

Ciężar pocisku 46 kg.

Największa donośność 22.000 m.

Lufa z rdzeniem wymiennym na zimno.

Zamek, łoże, odrzut, oporopowrotnik, odciążacze, jak w haubicy 210 mm.

Poziome pole ostrzału 60^0.

Pionowe pole ostrzału 45^0.

Ciężar działa na stanowisku 11.300 kg.

Ciąg mechaniczny na dwóch wozach uresorowanych:

Ciężar wozu z lufą 7.800 kg.

Ciężar wozu z łożem 6.540 kg.

Ciężar w położeniu marszowym (na jednym wozie) 11.800 kg.

Największa szybkość jazdy za ciągnikiem 30 km/g.

Szybkostrzelność: 1 strzał na minutę.

Łoże posiada tylko 2 koła ze względu na mniejszy ciężar niż haubicy. Działo jest całkowicie stateczne, nawet przy strzelaniu ładunkiem najsilniejszym oraz przy kącie strzału 13^0. Pierwotnie był zaprojektowany podział dla transportu na 3 wozy (trzeci wóz był przeznaczony na sanki i lemiesze), lecz okazało się, że wystarczą 2 wozy: na łoże i na lufę z sankami. Czas potrzebny do ustawienia działa na stanowisku wynosi tylko 20 minut.

Z. M.

STANY ZJEDNOCZONE.

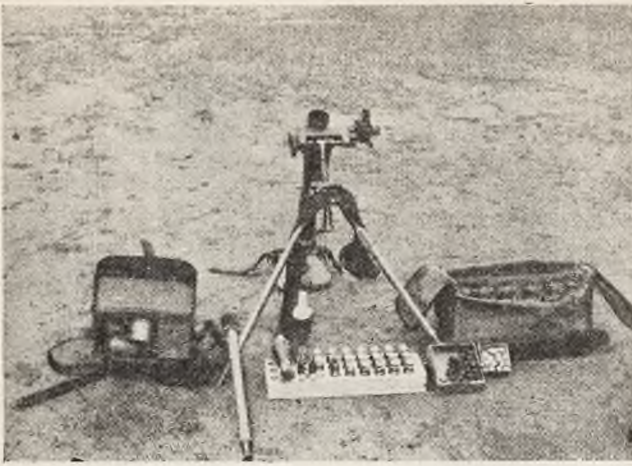
(*INFANTRY JOURNAL,* 1936 r.).

1. *Mały moździerz piechoty* (kompanijny).

W Stanach Zjedn. moździerz piechoty 47 mm Brandta jest tematem żywej dyskusji, prowadzonej nad jego przydatnością i zastosowaniem. Jest on zmiejszonym wydaniem moździerza 81 mm Brandta.



Rys. 1.



Rys. 2.

Jego całkowity ciężar wynosi 9 kg i posiada on bardzo dobrą celność na odległość około 900 m. Próbne strzelanie przeprowadzone z ładunkiem wewnętrznym prochu czarnego dało doskonałe wyniki. Rozprysk pocisku z ładunkiem kruszącym posiada wg wynalazcy promień rażenia 4,57 m i daje tym samym rękojmię skuteczności działania przeciw gniazdom k. m. Odpalanie odbywa się za pomocą spustu uruchamiającego iglicę lub przez wrzucenie pocisku do lufy.

Jeden człowiek obsługi zabiera moździerz i 12 pocisków, reszta obsługi, t. zn. czterech ludzi nosi części zapasowe i pozostałe 84 pociski. Ilość amunicji wydaje się być wystarczająca, uwzględniając okoliczność, że do unieruchomienia 1 k. m. powinno wystarczyć 4 do 5 strzałów.

Rysunek 1 przedstawia moździerz 47 mm w pozycji bojowej. Na rysunku 2 pokazane są, licząc od strony lewej do prawej, poszczególne przybory do moździerza, jako to: skrzynka z narzędziami, wycior, pociski, zapalniki (w ramie drewnianej), pudełko z ładunkami, pudełko z zapłonnikami (po 2 na pocisk) i torba płócienna zawierająca skrzynkę z 12 pociskami. Moździerz posiada dwójnóg i podstawę. Rysunek 3 przedstawia moździerz w czasie transportu.

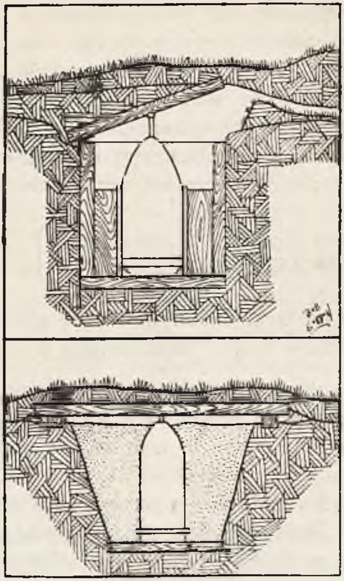


Rys. 3.

2. *Pociski artyleryjskie jako miny przeciwczołgowe* — ppłk. W. Roberts.

Autor powołuje się na przykłady z wojny światowej i oblicza, że miny przeciwczołgowe unieszkodliwiły około 100 czołgów po obu walczących stronach. Jednak uważa on, że skuteczność stosowania min nie ogranicza się do bezpośredniego działania wybuchu. Świadomość niebezpieczeństwa, grożącego czołgom od zapór i pól minowych, zmusza nieprzyjaciela do powolnego posuwania się naprzód, do wywiadu lotniczego, zastosowania oddziałów saperów, okrążania itp. Ponadto stwarza możliwość pozorowania tych przeszkód, ściągając na nie bezużyteczny ogień artylerii, co utrudnia natarcie.

Pierwszą miną przeciwczołgową była wiązka granatów ręcznych rzucona przez żołnierza niemieckiego na froncie zachodnim. Najczęściej stosowano później jako miny *pociski artyleryjskie* zakopane w ziemi, a uzbrojone w zapalniki uderzeniowe typu wtłaczanego (rys. 4). Posiadały one czasem przedłużkę sterczącą nad powierzchnią ziemi, która zwykle zamaskowana była cienką warstwą ziemi, trawą lub gałązkami. Mina taka wybuchała tylko w tym wypadku, kiedy koło lub gąsienica czołga uderzały o tę przedłużkę zapalnika, albo gdy przy



Rys. 4.

odpowiedniej wysokości przedłużki, wystającej z ziemi, uderzał o nią przód czołga. Natomiast nieszkodliwe było w większości wypadków przejście czołga pomiędzy dwiema minami. Aby temu zapobiec, zastosowali Niemcy szyny stalowe, opierając je na zapalniku i zwiększając przez to promień możliwego wybuchu. Zapalnik działał ,kiedy czołg przejeżdżał przez którąkolwiek część szyny. Tego rodzaju miny mogły być stosowane tylko na powierzchni ziemi, maskowanie było więc znacznie utrudnione. Skutecznym sposobem założenia miny było umieszczenie jej pod powierzchnią ziemi i połączenie zapalnika z drutem zasieków. Każde uderzenie o zasieki powodowało pociągnięcie zapalnika, który działał podobnie jak zapalnik granatów ręcznych. Dla zwiększenia promienia skuteczności miny musi ona posiadać taki ładunek wybuchowy, który by unieszkodliwił czołg lub zatrzymał go, kiedy wybuch nastąpi nawet w odległości kilkudziesięciu centymetrów. O ile przy wybuchu miny znajdującej się bezpośrednio pod czołgiem wystarcza do jego zatrzymania ładunek około 1 kg materiału wybu-

chowego, to dla osiągnięcia tego samego skutku z odległości kilkudziesięciu centymetrów należy stosować minę zawierającą ładunek od 10—20 kg mat. wyb. Wybuch miny, która nie znajduje się bezpośrednio pod czołgiem, może nastąpić tylko przy zastosowaniu odpowiednich dźwigni połączonych z zapalnikiem. Jako miny można stosować albo pociski artyler. albo też miny specjalne, lecz w obu wypadkach konieczne jest użycie odpowiednich zapalników.

Z. M.

(ARMY ORDNANCE, 1936 r.).

1. *Przemysł a obrona narodowa* — płk uzbr. C. Harris, dyrektor Wydziału Planowania w Biurze Wiceministra Wojny.

Treścią artykułu jest omawianie kierowania wysiłkiem przemysłowym i wykorzystanie go na wojnie. Wysiłek wojskowy czyli walka decyduje o wyniku, lecz użyte do tego środki muszą pochodzić z wysiłku przemysłowego. W nowoczesnej wojnie w konflikcie bierze udział cały naród, a nie tylko małe grupy wybranych i uzbrojonych wojowników. Wskutek tego każdy przejaw życia narodu znajduje swe ważne miejsce równolegle ze ścisłym wysiłkiem militarnym, a duch narodu musi być utrzymywany na wysokim poziomie. Ludność cywilna ma być nakarmiona, odziana i zakwaterowana tak samo jak wojsko; a zatem wysiłek przemysłu musi zaspokoić potrzeby nie tylko sił zbrojnych, lecz i całego narodu. Stany Zjednoczone są najsilniejszym militarnie krajem na świecie, w stanie potencjalnym. Posiadają one olbrzymie odwody materiału ludzkiego o wysokim stopniu inteligencji; mają najslniejszą przemysłową budowę i zaopatrzone są przez przyrodę w największe zasoby surowców. Przemysł amerykański wyrabia prawie ½ produkcji światowej i spotrzebowuje na to prawie połowę wydobywanych na świecie surowców. A nawet przy takiej potędze siły ludzkiej i materialnej Stany Zjedn. przystępowały do wojen nieprzygotowane. Psychologia narodu amerykańskiego sprawia to, że przygotowanie do wojny następuje dopiero wtedy, gdy wojna jest wypowiedziana. Jednak w następnej wojnie Stany będą lepiej przygotowane, wskutek należytego wykorzystania przemysłu, przystosowanego do tego celu już w czasie pokoju, dzięki planom Ministerstwa Wojny.

Do skoordynowania planów i zagadnień, dotyczących potrzeb Ministerstwa Wojny i Min. Marynarki oraz dla zapewnienia słusznego

podziału produkcji, — stworzono Komisję Uzbrojenia wojska lądowego i marynarki (Army and Navy Munitions Board). Komisja ta zajmuje się obecnie rozdziałem zakładów przemysłowych między obie te instytucje, ewentualnie podziałem zdolności wytwórczej danej fabryki między te instytucje. Celem uzgodnienia zaopatrzenia kraju w surowce, wyroby przemysłowe, żywność, opał, środki transportu — w czasie wojny światowej istniała Komisja Przemysłu Wojennego pod kierownictwem B. Barucha; ułatwiała ona pracę istniejącym agencjom zaopatrzeniowym. Coś podobnego przewiduje się stworzyć w razie przyszłej wojny. Taka nadzorcza agencja nie ma podlegać kontroli wojskowej, lecz ma być administrowana przez urzędy cywilne.

Aby uniknąć zwłoki i uchybień w dostawie, rząd winien jest wyraźnie określić i wyjaśnić przemysłowi własne żądania, a mianowicie:

1. Co potrzeba (specyfikacja typów).
2. Ile potrzeba (zapotrzebowanie).
3. Warunki umów.

Zapotrzebowania zależą od jednostek, jakie mają być zmobilizowane, od ich ekwipunku, czyników zaopatrywania, rozmieszczenia itp., to jest od planu mobilizacji personalnej. Gdy zostaną obliczone te potrzebne ilości, — określą one wielkość planu dostawy. Specyfikcje i normy otrzymuje się z rysunków technicznych broni oraz innego wyposażenia, jakie wojsko potrzebuje i o czym decyduje. Zostają one przekazane przemysłowi celem wykonania programu wytwórczości. Zamówienia powinny być podzielone geograficznie na okręgi, aby każdy okręg brał równy udział w wykonywaniu programu, z uwzględnieniem możliwości przemysłu miejscowego pod względem ilościowym i wymaganego czasu. Dużo czasu poświęcono w latach poprzednich ustaleniu formy umów czyli kontraktów, jakie mają być zawarte między rządem a przemysłem i wreszcie uzgodniono takową obustronnie przez przyjęcie pewnych wzorów, dotyczących sposobów wykonania zamówień i opłaty za nie.

Droga uzyskania przedmiotów zaopatrzenia jest następująca: Ponieważ jest to zagadnienie bardzo rozległe, oparte zostało na decentralizacji przez podział kraju na okręgi (Districts). Każda z broni lub służb zaopatrzenia (służba uzbrojenia, służba intendentury, korpus lotniczy itp.) przekazuje tym okręgom pewną określoną odpowiedzialność co do stworzenia i wykonania programu zaopatrzenia. New

York jest kwaterą główną jednego z okręgów dostawy dla wszystkich 7-iu gałęzi zaopatrzenia. Najwięcej okręgów dostawy ma Dep. Uzbr., bo aż 14, inne służby mają mniej, np. tylko po 4 okręgi. Głową każdego okręgu jest odpowiednio wykwalifikowany szef.

Zbadano zdolność produkcyjną 20.000 wytwórni pod względem możliwości wyrobu sprzętu wojennego; z nich wybrano 12.000 dla tej produkcji i zaznajomiono je z zadaniami, jakie spadną na nie w razie wojny. Wytwórnie oznajmiły, czy będą w możności spełnić stawiane wymagania ilościowo i terminowo. Większość tych wytwórni podpisała już akt akceptacji (Accepted Schedule of production). Natomiast w czasie pokoju zamówienia rządowe są udzielane na podstawie współzawodnictwa firm drogą konkursu. Ważnym zagadnieniem jest należyta inspekcja fabryk przeznaczonych dla wojska i temu zagadnieniu Ministerstwo Wojny poświęca dużo uwagi.

Godną do zanotowania jest łatwość lub trudność wykonania pewnych przedmiotów zaopatrzenia. Więcej niż połowa wydatków Min. Wojny będzie użyta na wyrób przedmiotów charakteru handlowego, jak żywność, ubranie, obuwie, transport samochodowy itp. Ta część wyrobów może być łatwo wykonywana, bo ma charakter normalnej produkcji pokojowej. Z drugiej zaś strony istnieją przedmioty ściśle wojskowego charakeru, jak lufy, oporniki, amunicja, czołgi itp. Do tej produkcji przemysł prywatny musi się specjalnie dostosować. Wytwórczość zaś materiałów wybuchowych i miotających oraz ładowanie pocisków jest całkiem nową dziedziną dla przemysłu cywilnego i będzie musiało być z gruntu stworzone kosztem kilkuset milionów dolarów. Wymagania wytwórczości stali specjalnych i stopowych przekraczają znacznie normalną produkcję pokojową. Nie będzie trudności w produkcji dostatecznej ilości stali w ogóle, bo produkcja amerykańska przekracza nawet wymagania wojenne, lecz normalna wytwórczość stali jakościowych jest za mała. Rząd opracował w 1924 r. plan wytwórczości stali na wypadek wojny, który został w porozumieniu z przemysłem stalowym uzupełniony w 1927 r. Plan ten składa się z 3 części: I. Wykaz zapotrzebowań stali dla Wojska i Marynarki, dla żeglugi handlowej, dla kolei żelaznych i dla innych potrzeb. II. Zdolność produkcyjna Stanów Zjedn. pod względem stali. III. Szczegółowy plan podziału źródeł między spożywców. W 1934 r. poddano ten plan rewizji ze względu na potrzebę uzyskania stali specjalnych i po odpowiednich studiach, przy współpracy Amer. Instytutu Żelaza i Stali wykończono go w 1936 r.

Stany Zjedn. są obficie zaopatrzone w różne surowce, jak żywność, węgiel, nafta, żelazo, miedź, ołów, srebro, cynk, bawełna; ponadto w chemikalia i źródła siły. Istnieją jednakże materiały niezbędne dla potrzeb narodowych, których Stanom brak i które muszą wobec tego sprowadzać (t. zw. tworzywa strategiczne), a jest ich około 25, w tej liczbie 9 mineralnych. Takimi są np. mangan, którego krajowa produkcja pokrywa 25% zapotrzebowania i sprowadza się z Rosji, Indyj, Brazylii i Afryki; cyna (kraj pokrywa 30%), nikiel (w kraju nie ma wcale i sprowadza się z Kanady), chrom (bardzo małe ilości są w kraju), wełna (kraj dostarcza 50%). Niektóre z tych surowców można otrzymać z krajów Południowej Ameryki, inne z dalszych źródeł; próbowano też radzić sobie namiastkami: bawełna zamiast wełny, sztuczna skóra i wiele innych.

Dla reprezentowania interesów przemysłu i dla współpracy z rządem będą też powołane „Komitety przysługi wojennej" złożone z wybranych przedstawicieli przemysłu. Ważnymi jeszcze zagadnieniami, które następnie porusza autor, są sprawy ustalenia cen, sprawy kolejności wyrobu, zaoszczędzania zasobów, rekwizycyj, nadmiernych zysków.

2. *Nowy mechanizm k. m.* — ppłk. rez., uzbr. C. Goddard.

Według cesarza Napoleona III-go postęp w sprzęcie uzbrojenia jest hamowany przez dwóch poważnych wrogów: źle pojęte wynalazki i rutynę. Jako przykład źle zastosowanego wynalazku można przytoczyć „organki" z XIV stulecia, ów średniowieczny prototyp naszego k. m., który zawierał szeregi luf w kilku rzędach i wyrzucał 140 kul za jednym strzałem, co na owe czasy było wynalazkiem przedwczesnym ze względu na zbyt małą skuteczność takiej broni i dopiero w 500 lat później myśl ta znalazła należyte zastosowanie. Wiele podobnych wynalazków powstawało przynajmniej na papierze, w umyśle dowcipnych wynalazców i figurują one w spisach patentowych. Gorszym wrogiem postępu jest jednak *rutyna* czyli „urzędowa bezwładność". Co do jej ujemnej działalności można przytoczyć liczne przykłady ze wszystkich dziedzin wiedzy. Dawni zacofańcy, którzy zwalczali broń odtylcową lub powtarzalną z powodu zużywania zbyt dużej ilości amunicji, żyją jeszcze w postaci tych osób, które obawiają się, że *broń ręczna półautomatyczna* pociągnie za sobą podobne nieprzezwyciężone trudności.

Autor podaje w krótkości zarys historii broni maszynowej i sygnalizuje pojawienie się nowoczesnego *karabinu maszynowego Hudsona o zredukowanym odrzucie* (nowa zasada ruchomego tłoka). Tego systemu wykonano próbne modele 0,3″; 0,5″; 1,1″ chłodzone powietrzem lub wodą. Broń ta nadaje się do uzbrojenia czołgów i samolotów. Kaliber średni ma szybkostrzelność 600—800 na minutę, kaliber ciężki — 200 na minutę. Zasadę tę można stosować do kalibru 2″ i 3″ w działach przeciwlotniczych.

W.

SPRAWOZDANIA I RECENZJE.

Organizacja i działalność służby uzbrojenia w Stanach Zjednoczonych. — mjr. R. Marsh (Army Ordnance 1936).

(ciąg dalszy).

Zaopatrywanie w amunicję (ciąg dalszy).

Z przeglądu służby zaopatrywania w amunicję, jej organizacji i wykonywania czynności wypływają pewne cechy charakterystyczne. Po pierwsze, dostawa amunicji podzielona jest na 2 kategorie: amunicji artyleryjskiej i amunicji broni małokalibrowej. Po drugie, artyleria polowa, element walczący, broń główna jest odpowiedzialna za dostawę swego najważniejszego przedmiotu uzbrojenia tj. amunicji. Po trzecie, w dywizji odpowiedzialność za należytą dostawę jest podzielona między dowódcę brygady art., kwatermistrza dywizji i oficera uzbrojenia dywizji. Po czwarte, dotacje amunicji w taborach polowych oparte są na dniach ognia. Po piąte, istnieją liczne kanały komunikacyjne dla meldunków o wydatkowaniu, dla przydziału amunicji i dla informacyj dotyczących tych czynności. Po szóste, w całym tym systemie jest dziwny podział kontroli i rozkazodawstwa oraz niewojskowe i niezdrowe wyłączenie odpowiedzialności i autorytetu.

Przeanalizujmy szczegółowo te cechy. Jest rzeczą bardzo trudną rozpatrywać dostawę amunicji z punktu widzenia podwójnej klasyfikacji (na amunicję artyleryjską i małokalibrową). Obecnie piechota walczy siłą ognia w tym zakresie jak i artyleria. Jej walka manewrem jest mniej lub więcej ograniczona do ruchów zajmowania terenu, gdy przeciwnik zostanie spędzony z tego terenu przewagą ognia. I ta przewaga ognia może pochodzić zarówno z karabinów maszynowych i broni automatycznej jak z dział. A zatem dostawa amunicji dla jednostek piechoty jest tak ważna jak i dla innych. Możność dokonania podziału dostawy amunicji na 2 kategorie jest bardzo skomplikowana technicznie, ponieważ wszelkie walczące elementy mają zapotrzebowanie na ten sam typ amunicji, na przykład na amunicję do k. m. wszelkich kalibrów. Czołgi używają amunicji artyleryjskiej. Artyleria przeciwlotnicza używa amunicji 0,3″ i 0,5″ oraz artyleryjskiej. Piechota używa amunicji do moździerzy, a obecnie istnieje planowane dążenie, aby zorganizować w artylerii plutony moździerzy, któreby używały tego samego typu amunicji. Ponieważ dostawa amunicji dla wszelkich typów i kalibrów broni staje się coraz to więcej złożona, a zapotrzebowania są nierównomiernie rozłożone między walczącymi elementami, oczywista, że kiedyś, a być może niedługo, stosowany czasowo podział amunicji na kategorie musi niechybnie zaniknąć.

Zagadnienie zaopatrywania w amunicję dywizji musi być rozważane ze stanowiska dowódcy dywizji. On jest jedynym, który odpowiada za operacje dywizji. On jest tym, na którego spada sława, gdy operacja się uda, lub nagana, gdy operacja spełznie na niczym. Dzisiaj ten dowódca dywizji z całą swą odpowiedzialnością, spodziewając się medalu lub sądu wojennego, musi dopilnować swego dowódcę brygady artylerii, swego oficera uzbrojenia i kwatermistrza co do należytej dostawy tego, od czego zależy powodzenie jego dywizji, czyli dostawy amunicji. Bez wątpienia, jego odpowiedzialność jest tego rodzaju, że nie powinien on być jeszcze zmuszany do koordynowania działalności tych trzech oficerów sztabowych dla wykonania jednej czynności: należytego zaopatrzenia w amunicję.

Gdy weźmiemy pod uwagę, że jedną z podstawowych zasad zaopatrywania jest prąd płynący z tyłów na front, to dziwną się wydaje ustalona doktryna, żeby artyleria polowa, jedna z broni głównych, miała być odpowiedzialną za dostawę dla siebie. A jednak doktryna, że zaopatrywanie w amunicję jest funkcją dowództwa, jest zasadą, do której zdawna przywykła artyleria polowa i ta doktryna jest zawarta w regulaminie służby polowej: zorganizowanie i wykonywanie zaopatrzenia w amunicję jest obowiązkiem artylerii polowej. Ma ona swe uzasadnienie w tym fakcie, że zapasy amunicji artyleryjskiej są istotną rezerwą artylerii. Zasada ta jednak, istniejąca w teorii, nie zawsze była zachowywana w praktyce. W czasie wojny światowej pewne dywizje uskuteczniały swą dostawę za pośrednictwem odpowiedniej Sekcji Oddziału Sztabu Głównego, i ta metoda okazała się również zadawalającą. A zatem, ustalona regulaminowo doktryna nie jest jedyną podstawą dla skutecznej dostawy amunicji. Istotnie, prawdziwą rezerwą artylerii są zapasy amunicji artyleryjskiej, lecz one są, za wyjątkiem rezerw lokalnych, pod kontrolą dowódcy dywizji. Nie ma więc racji, aby czynić wyjątek dla artylerii polowej. Lokalne rezerwy amunicji art. są przewidziane w zawartości taborów bojowych batalionów (dywizjonów) artylerii; tworzą one główny środek, za pomocą którego może być zachowana elastyczność dostawy w razie posuwania się naprzód punktów rozdzielczych.

Tabor amunicyjny brygady art. nie jest taborem bojowym: jest to tabor obsługujący (zaopatrzeniowy) i tak jest sklasyfikowany w ostatnim wydaniu podręcznika polowego dla oficerów sztabów. Jako tabor obsługujący jest on ściśle kontrolowany w swych ruchach przez Oddział G 4. W tych okolicznościach kontrola dowódcy brygady arty-

lerii nad tym taborem nie jest całkowita, lecz mniej lub więcej ograniczona. Gdyby funkcją taboru amunicyjnego brygady art. w czasie walki było pozostawać zaparkowanym gdzieś w pobliżu stanowisk artylerii, tak aby jego zasoby mogły być z najmniejszą zwłoką przydzielone na rozkaz d-cy artylerii tej lub owej baterii, wtedy być może jego miejsce w obecnym schemacie organizacyjnym pod kierownictwem i kontrolą artylerii byłoby uzasadnione. Faktycznie jednak, gdy dywizja przechodzi w szyk bojowy, a artyleria zajmuje pozycje, tabor amunicyjny składa swe brzemię w punktach rozdzielczych amunicji art., po czym śpieszy ku tyłom dla ponownego naładowania. Podczas jego jazdy od punktów rozdzielczych do zasilających i z powrotem d-ca brygady art. nie ma właściwie kontroli nad jego ruchem. To znaczy, że jedynym środkiem, z pomocą którego ten d-ca może wykorzystywać lub kontrolować swe rezerwy amunicyjne jest tabor bojowy jego batalionów (dywizjonów). W tych zatem warunkach niewielką jest chyba różnicą, czy tabor amunicyjny brygady jest pod kontrolą artylerii, czy jednej ze służb zaopatrzenia. Z punktu widzenia artylerii polowej byłoby zapewne bardzo pożądane, aby ta broń była tak zorganizowana, żeby być całkiem samowystarczalną i mogła spełniać sama wszelkie wymagania i obowiązki swej służby. Lecz po za amunicją skuteczność operacyj artylerii polowej zależy też od personelu, i od ciągu zwierzęcego lub motorowego, i od broni. A dotychczas nie znane są żadne próby ustalenia specjalnego systemu uzupełniania personelu dla art. pol., ani zorganizowania specjalnej służby remontu dla niej, czy stworzenia specjalnej służby uzyskiwania sprzętu. Przecież walkę toczy nie sama tylko artyleria, a różne bronie zgrupowane w zespoły; najważniejszą jednostką walczącą w armii jest dywizja. Dywizja jest jednostką, na której opiera się organizacja armii i dowodzący nią generał jest jedyną osobą odpowiedzialną za wyniki i on powinien mieć możność nadzoru nad każdą poszczególną komórką celem uskuteczniania sprawnej i należytej dostawy amunicji.

Wyrażanie zawartości taborów polowych w dawkach dni ognia może podlegać krytyce. Dzień ognia nie jest jakąś ustaloną wartością, lecz bywa określany przez Ministerstwo Wojny na początku każdej wojny lub kampanii i może być zmieniany z biegiem czasu, ze względu na bieżące lub zamierzone operacje wojenne. A zatem pewna jednostka organizacyjna może wozić w swym organicznym transporcie rozmaite ilości amunicji dziennego zużycia. Byłoby więc pożądane ustalenie dotacji amunicji w taborach polowych, opartej na zdolności je-

dnostki bojowej do wożenia lub wchłonięcia, niż na pewnej dowolnie oszacowanej ilości spożycia, która była osiągnięta jako wynik doświadczeń amerykańskich we Francji w osobliwych warunkach i okolicznościach, przy jakich prowadzono walkę w ciągu ostatnich dwóch lat wojny.

Widoczne jest ze schematów wskazujących drogi przydziału amunicji i meldunków o jej wydatkowaniu (p. str. 113), że zapotrzebowania są oparte na licznych kanałach komunikacyjnych. W wypadku amunicji karabinowej też istnieją podwójne przewody komunikacyjne, lecz są to „kanały" dostawy i kontroli (przez G 4); w wypadku amunicji art. są to drogi służbowe dowodzenia i szef artylerii korpusu staje się głównym oficerem administracyjnym i dostawcą. Nakładanie takich funkcyj na oficera sztabowego korpusu jest sprzeczne z oficjalnym pojęciem i określeniem korpusu. Korpus bowiem jest przede wszystkim jednostką wykonawczą i manewrową i, za wyjątkiem gdy działa niezależnie, spełnia funkcje administracyjne i zaopatrzeniowe tylko dla oddziałów własnych.

W pewnej części obecnego podręcznika polowego dla oficerów sztabów, funkcje oficera uzbrojenia ograniczone są pod względem zaopatrywania w amunicję tylko do punktów zasilających; w innym miejscu tegoż podręcznika jest powiedziane, że zaopatrywanie w amunicję karabinową jest funkcją oficera uzbrojenia. Ta sprzeczność musi być przede wszystkim usunięta. Jeżeli przypuścimy, że dostawa amunicji karabinowej jest funkcją oficera uzbr. dywizji, to z przestudiowania opisanej metody wynika, że oficer, który ponosi odpowiedzialność, nie ma sposobów ani środków do kontroli tej odpowiedzialnej funkcji. W dywizji amunicja karabinowa jest przewożona w pewnym plutonie taborów kwatermistrza pułkowego. Kwatermistrz, na zapotrzebowanie oficera uzbr., przewozi wymagane ilości amunicji z punktów zasilających do miejsc przeznaczenia. Podobne stosunki zachodzą w korpusach i armiach, gdzie oficer uzbr. ponosi odpowiedzialność, lecz nie ma możności kontroli ani władzy nad sposobami wykonania tej odpowiedzialności, za wyjątkiem kontroli technicznej nad kompaniami amunicyjnymi w armii i korpusie. Te kompanie, jak to było omawiane, posiadają tylko administracyjny i nadzorczy personel dla urządzeń amunicyjnych, jakie mogą być założone. Praca i transport wymagane w budowie wszelkich urządzeń amunicyjnych przy posuwaniu się naprzód składów amun. armii, spadają na intendenturę. W dywizji piechoty punkty rozdzielcze amun. są wg obecnych przepisów obsługiwane

tylko przez personel, pochodzący z oddziałów służby intendentury. To znaczy, że punkty rozdzielcze amunicji, które wymagają wiadomości technicznych wysoce wyspecjalizowanych, są obsługiwane przez oddziały, których wyszkolenie nie zawiera znajomości koniecznych instrukcyj w sprawach amunicyjnych. A zatem jest rzeczą jasną, że w służbie zaopatrzenia w amunicję, poczynając od składnic armii ku przodowi, istnieje rozdział między władzą i kontrolą a odpowiedzialnością. Jest to zasadniczy błąd, a rozważany ze stanowiska organizacji wojskowej może być oceniony jako sytuacja niewojskowa.

Po skrytykowaniu pewnych cech istniejącego systemu przechodzimy do omówienia sposobów i metod, któreby pozwoliły usunąć i skorygować istniejące błędy. Pierwsze propozycje, przedstawione przez Dep. Uzbr., a dotyczące ustalenia ujednostajnienia i skoordynowania działalności służby uzbr. w amunicję, były przekazane Naczelnej Komisji Organizacji i Taktyki Korpusu Ekspedycyjnego (p. str. 108).

Wspomniana Komisja oceniła te propozycje i wnioski jak następuje: Zostało zaproponowane, aby Dep. Uzbr. obsadził swymi ludźmi wszelkie składnice amunicyjne i odpowiednie tabory i przy pomocy Oddz. G 4 wykonywał czynność dostawy amunicji. Na pierwszy rzut oka te propozycje wyglądają zachęcająco. Pasują one do istniejącego schematu zaopatrywania i mogłyby zapewne odciążyć artylerię od jej uciążliwego brzemienia, pozostawiając jej jedynie zajmowanie się frontem i walką artyleryjską. Lecz ściślejsze badanie wysuwa zapytanie, czy taki plan jest najlepszy dla spełnienia aktualnych warunków walki i czy odpowiedzialność za dostawę amunicji może być właściwie przerzucona całkowicie na Oddz. G 4 i Dep. Uzbr. Gdyby ten Departament mógł mieć już na początku wojny personel wyszkolony dla obsadzenia składnic i taborów amun. i gdyby ten personel pod kierunkiem własnych oficerów mógł pracować w polu z wojskiem i w ten sposób nabyć praktykę i doświadczenie w warunkach polowych, propozycja powyższa bez wątpienia bardzo zasługiwałaby na uwzględnienie. Lecz z pewnością nie będzie można zachować takiej organizacji w czasie pokoju. Można jedynie posiadać pewien szkielet organizacji, która może szybko rozwinąć się z wybuchem wojny. Aby ta organizacja zaczątkowa (kadra) była zdolna współpracować z wojskiem, powinnaby w czasie pokoju przebywać razem z oddziałami liniowymi i zbierać doświadczenie w warunkach polowych. I gdyby ten warunek został spełniony, byłoby lepiej mieć ją jako przynależną do oddziałów, które ma obsługiwać, na tej ogólnej zasadzie, że

podległość powina odnosić się do bezpośredniego dowództwa, a nie odległego. Oczywista, że personel uzbrojenia istniejący na początku wojny cały będzie potrzebny do pracy konstruktorskiej i wytwórczej. Zdaje się, że byłaby możność szybkiego utworzenia jednostek zaopatrywania w amunicję, gdyby przydzielić w czasie pokoju do dużych jednostek artylerii małe kadry osobowe, wyszkolone w terii i praktyce zagadnień amunicyjnych i zdatne do szybkiego instruowania dużej ilości rekrutów wcielonych z wybuchem wojny celem rozwinięcia oddziałów. Lecz istnieje inne jeszcze i o wiele bardziej zawikłane zagadnienie. Zaopatrywanie w amunicję w rejonach frontowych nie może być ujęte w pewien sztywny schemat. Zapotrzebowania amunicji muszą być z góry przewidziane, a zasoby amunicji i środki transportowe muszą być szybko dostosowane do nagle zmienionych okoliczności. Ciąg odpowiedzialności powinien być nieprzerwany. Ludzie, którzy obsługują wysunięte składnice i którzy obsługują tabory korpusowe i dywizyjne oraz bojowe tabory pułkowe powinni brać udział w sukcesach lub niepowodezniach artylerii i oni mają być odpowiedzialni przed dowództwem tego sprzętu.

Amunicja jest życiową sprawą artylerii Bez niej działa są do niczego nie przydatne, a dowódcy artylerii muszą nieuchronnie ponosić większą część odpowiedzialności w baczeniu, aby ich działa nie przestawały być czynne. Muszą oni szybko decydować podczas walki o korzystnym podziale amunicji i na tym opierać swą akcję.

Wykorzystanie amunicji jest taką samą funkcją artylerii, jak wykorzystanie dział, a jest to funkcją dowództwa. Wprowadzenie Dep. Uzbr. w schemat zaopatrzenia w amunicję na froncie jest to tylko wprowadzanie pewnego dodatkowego czynnika, obciążonego częścią dokonywanej pracy. Odpowiedzialność, zamiast być skupiona, byłaby podzieloną między Artylerię a Uzbrojenie.

Z powyższych względów nie jest rzeczą pożądaną wprowadzenie Dep. Uzbr. jako czynnego elementu w sprawie rozdziału amunicji w obszarach przyfrontowych. Jest natomiast rzeczą pożądaną, aby odpowiedzialność za dostawę amunicji pozostawała na barkach artylerii. Przy tym jest ważnym, aby:

a) Ułożyć niezwłocznie podręcznik zaopatrywania w amunicję, zawierający potrzebną organizację i odpowiednie obowiązki.

b) Uczynić zaopatrywanie w amunicję jednym z najważniejszych przedmiotów nauk artyleryjskich, wykładanych w szkołach i wypraktykowanych na ćwiczeniach i manewrach.

c) Posiadać szkielet organizacji zaopatrzenia w amunicję dla każdego dowództwa art. od dywizjonu do armii, obejmujący niewielką ilość oficerów zawodowych i podoficerów specjalnie wyszkolonych w pielęgnowaniu, manipulowaniu i transporcie amuncji i w zakładaniu składnic.

Rezerwiści powinni uzupełniać każdą jednostkę zaopatrzeniową do pełnej ilości etatów. Przy każdej kwaterze głównej artylerii od dywizjonu do artylerii armii musi figurować oficer amunicyjny z odpowiednią kancelarią; na każdy dyon ma być wyznaczony tabor bojowy, a na każdą dywizję, korpus i armię — personel do składnic i transportu oraz niezbędne tabory. Na tym się kończą komentarze Komisji.

Od chwili tego raportu Komisji nastąpiły zmiany w Ministerstwie Wojny, które uczyniły niektóre z powyższych propozycyj nieaktualnymi, a oparte na nich wnioski mylnymi. W czasie układania tego meldunku nie istniała Służba Polowa Dep. Uzbr., która została utworzona rozkazem Min. Wojny w 1919 r. „dla dostawy i utrzymania sprzętu, którym rozporządza Dep. Uzbr.". Postanowienia tego rozkazu były zmieniane serią rozkazów innych w ciągu następnych 5-iu lat. W 1924 r. regulamin ustalił służbę polową uzbr. w jej obecnym stanie i zdefiniował jej zakres działania, który obejmuje: magazynowanie, sprzedaż, wydatkowanie, utrzymanie, dozór, pielęgnowanie, inspekcję wszelkich odnośnych przedmiotów zaopatrzenia i ekwipunku, potrzebnych dla użytku składowych części wojska; przekazywanie zasobów uzbrojenia innym służbom zaopatrywania; kierownictwo zakładami i składnicami przeznaczonymi do tych celów.

Personel służby polowej uzbr. składa się z oficerów sł. uzbr. w okręgach korpusowych, departamentach, dywizjach, siłach ekspedycyjnych, obronie wybrzeży, obozach, posterunkach, stacjach wraz z ich wojskowymi pomocnikami i personelem cywilnym oraz wszelkimi urządzeniami przeznaczonymi do utrzymywania majątku służby uzbrojenia; cały personel uzbrojenia przydzielony do jednostek broni lub innych służb; oraz personel uzbr. podlegający szefowi służby polowej we wszelkich zakładach i składnicach głównych i okręgowych.

Zakłady służby polowej uzbr. składają się z 18 magazynów uzbr., 5 sekcyj uzbr. jako składnic głównych, 1 sekcji uzbr. okręgowej głównej i 2 okręgowych filialnych. Oddziały sł. uzbr. obejmują 17 kompanij naprawczych, 5 komp. amunicyjnych, 6 komp. składnicowych, 1 komp. ćwiczebną, 1 komp. poligonową; oddziały te tworzą

wyszkolone kadry. Kompanie naprawcze pod dowództwem oficerów uzbr. pracują w polu z oddziałami liniowymi i w ten sposób nabywają praktykę i doświadczenie w warunkach polowych. Dep. Uzbr. utrzymuje w czasie pokoju na różnych posterunkach, w obozach i na stacjach niewielkie jednostki, które wykonują wszelkie funkcje zaopatrywania w amunicję i przedstawiają sobą kadry, które w razie wybuchu wojny mogą się szybko rozwinąć. Niesłusznie twierdziła Naczelna Komisja, że istniejący personel uzbr. będzie z początkiem wojny zajęty całkowicie pracą konstruktorską i wytwórczą. Faktycznie zaś, przez rozwinięcie systemu okręgowego uzyskiwania sprzętu uzbr., przewidziano, że główna praca w uzyskaniu sprzętu w czasie wojny spadnie na oficerów rezerwy i specjalnie wybrane osoby cywilne, którzy szkolą się w czasie pokoju w tych czynnościach w okręgach. Około zaś połowy oficerów zawodowych sł. uzbr. będzie zajęte służbą polową. Ogólnie biorąc, personel niezawodowy sł. uzbr. będzie zajęty czynnościami w zakładach tyłowych. Należy nadmienić, że z 3-ch „bardzo ważnych" wniosków Komisji żaden nie został urzeczywistniony.

Od czasu przedstawienia powyższego meldunku Naczelnej Komisji oficerowie sł. uzbr. w wielu wypadkach dokonali licznych studiów w różnych okolicznościach i dowiedli nielogicznego podziału odpowiedzialności i braku jednostajności kontroli zaopatrywania w am. na teatrze działań wojennych. Ich propozycje pociągnęły za sobą ogólną reorganizację tej służby zaopatrzenia w dywizjach i w większych jednostkach taktycznych. Te propozycje doprowadziły do ustalenia jedynej organizacji zaopatrzenia, obsadzonej, prowadzonej i kierowanej przez Dep. Uzbr. One uzgodniły zapatrywanie, że Dep. Uzbr. ponosi całkowitą odpowiedzialność za kontrolę dostawy amunicji, począwszy od pierwszej fazy jej uzyskania aż do wydatkowania i wręczenia jej oddziałom w punktach rozdzielczych.

Gdzieś, w przewodach dostawy pomiędzy początkowym uzyskaniem a ostatecznym spożyciem przedmiotów zaopatrzenia odpowiedzialność za nie musi przejść na oddziały zużytkowujące. Logicznym miejscem tego przekazania jest chyba to miejsce, gdzie transport jednostek bojowych odbiera te przedmioty. Jest to zwykle, za wyjątkiem początkowego wyekwipowania, punkt rozdzielczy. To przekazywanie odbywa się obecnie w punktach rozdzielczych odnośnie dostaw wszelkich służb zaopatrzenia, które, za wyjątkiem służby uzbrojenia, posiadają tam swój odpowiedni personel i środki transportu; tu również zwykle odbywa się przekazywanie wszelkich przedmiotów uzbro-

jenia za wyjątkiem amunicji. Należałoby zatem stosować ten system i tę metodę również i dla amunicji, a nie dokonywać tego przekazywania w różnych mejscach wzdłuż linii dostawy. Podstawową jest wszak zasadą, aby prąd dostawy płynął z tyłów na front.

Poprzednio było wykazane, że przyjęcie dnia ognia jako miary obciążenia taboru zaopatrzeniowego nie jest dogodne z powodu jego zmiennego charakteru; należałoby stosować dokładniejszą miarę i ładunki różnych taborów muszą być oparte na pewnej logicznej podstawie. Zdolność wojsk do przewozu amunicji jest ograniczona przepisanym ciężarem dla poszczególnej broni lub dla zespołu grup broni, albo dla taborów bojowych przydzielonych do oddziałów. Ta zdolność jest ściśle ustalona i oparta na ekwipunku wyszczególnionym w tabelach wyposażenia. Gdy oddziały bojowe zostają zaopatrzone w amunicję za pomocą taborów bojowych, całkowite ponowne napełnienie tych taborów powinno być jaknajsprawniejszym połączeniem transportu i dostawy. Niewypełniona całkowicie pojemność taborów bojowych obniża pożyteczne wykorzystanie transportu. Pewna nadwyżka ponad zdolność przewozową taborów stwarza niedogodny stan gromadzenia amunicji lub zmusza do użycia innych wozów, co prowadzi do stanu ruchomego magazynowania, tworząc „odwody ruchome". Aby wyciągnąć jak największy pożytek ze stosownego transportu i istniejących zasobów, Dep. Uzbr. stworzył zasadę, zwaną „zasadą powtórnego napełniania" (refill principle). Jest to zasada, która ustala właściwy stosunek między ładunkiem wożonym w taborach bojowych a ładunkiem taborów amunicyjnych wyższych rzutów zaopatrzenia. Chodzi o to, aby ilości amunicji przewożone w kilku rzutach były tak uregulowane wzajemnie, aby każdy rzut mógł całkowicie napełniać właściwe wozy następnego niższego rzutu i został z kolei całkowicie napełniony przez wozy rzutu wyższego. Przy realizowaniu tej zasady muszą być ustalone należyte porcje amunicji w każdym wyższym rzucie dla wszelkich typów i odmian amunicji, jaka musi być wożona w taborach, gdy przesuwamy się od frontu ku tyłowi.

Proponowana organizacja dostawy będzie tu rozważana tylko ogólnikowo. Jest rzeczą pożądaną, aby w dywizji służba zaopatrzenia w amunicję składała się *z taboru amunicyjnego*, który by zawierał nie tylko personel wystarczający do przewozu potrzebnej amunicji, lecz i dodatkowy personel do jej ładowania i wyładowywania oraz dla obsady punktów rozdzielczych. Taka organizacja zastąpiłaby pułkowe oddziały intendentury w dywizjach piechoty, używane obecnie

do wożenia amunicji karabinowej i manipulowania nią w punktach rozdzielczych, składnicach dywizyjnych itp. Ponadto zastąpiłaby ona tabor amunicyjny brygady art. i tabor korpusowy intendentury. Podobne właściwe tabory amunicyjne byłyby użyte dla korpusów i armij. Studia dokonane w Biurze szefa Dep. Uzbr. dowodzą, że taka organizacja zaspokoiłaby materialne potrzeby co do personelu, zwierząt pociągowych i wozów pod warunkiem, że z istniejącej organizacji służb usunęłoby się te elementy, które obecnie spełniają te zadania, a ich miejsce zajęłyby nowo utworzone tabory amunicyjne. Taka organizacja zapewniłaby większą giętkość dostawy, powszechną jednostajność transportu, tak pożądane ujednostajnienie kontroli, niepodzielność odpowiedzialności i scentralizowanie dowództwa. Usunęłaby pomieszanie różnych jednostek wożących obecnie amunicję przez zespolenie ich w jedną organizację. Przez ustalenie stałych jednostek transportu czyniłaby zbytecznym przydzielanie, wydzielanie i różną reorganizację jednostek, potrzebne dla uzyskania giętkości w zaopatrywaniu w różne rodzaje i typy amunicji. Jeżeli ładunki w takim taborze amun. będą przepisane zgodnie z powyższą zasadą, to ponowne napełnianie będzie podlegało w każdym czasie kontroli dowódcy dywizji. Słowem, ta organizacja łączy wszelkie elementy dostawy amunicji w dywizji w jeden zespół w obrębie dywizji, jako jej część organiczną, pod niepodzielnym rozkazodawstwem dowódcy dywizji, przekazywanym za pośrednictwem jednego oficera sztabu i kontrolowanym drogą normalną.

Powyższe propozycje poddane zostały poważnym rozważaniom w Min. Wojny, a dotyczą one wszelkich broni i służb i zapewne będą ostatecznie przyjęte.

Porównanie z systemem zaopatrzenia francuskim lub angielskim mało może przynieść korzyści ze stanowiska organizacyjnego, bo zasada organizacyjna tych wojsk różni się znacznie od amerykańskiej. Natomiast ze stanowiska funkcjonowania można dużo skorzystać przez rozważanie porównawcze, jak te wojska wykonują służbę zaopatrzenia w amunicję. W wojsku francuskim „służba artylerii" (Service d'Artillerie) łączy w sobie artylerię ruchomą ze służbą polową Dep. Uzbr. — Francuski Dep. Uzbr. jest nie wiele większy niż jakieś laboratorium techniczne, przeznaczone do badań, projektowania i ulepszeń. W organizacji tej służby artylerii parki artyleryjskie służą dla korpusów i armij; posiadają one wyszkolony personel i wyekwipowanie dla dostawy wszelkiego rodzaju amunicji oraz do naprawy zni-

szczonego sprzętu. Parki podlegają dowodzącemu generałowi. W organizacji amerykańskiej mają im odpowiadać pułki lub bataliony uzbrojenia.

W wojsku angielskim służbą transportu i dostawy jest „Korpus służbowy" (Royal Army Service Corps). Departament Generalnego Kwatermistrza i Departament Generała Artylerii (Master General of Ordnance) są głównie resortami do badań, ulepszeń, projektowania i uzyskiwania. Korpus Służbowy dzieli się na grupy przydzielone do dywizyj i korpusów. Grupa dywizyjna składa się z kwatery administracyjnej i 4 kompanij: amunicyjnej, bagażowej, zaopatrywania i naprawy; jest ona składową częścią dywizji i znajduje się pod bezpośrednią kontrolą dowodzącego generała. Jak i w wojsku francuskim jest tu odrębna organizacja przeznaczona tylko dla transportu i manipulowania amunicją.

(d. c. n.).

BIBLIOGRAFIA.

Czasopisma.

ARMY ORDNANCE 1936 r.

Zaopatrzenie wojenne — H. Woodring,, wice minister Wojny.

Jest to raport doroczny wykazujący kierunek polityki Min. Wojny w sprawie przygotowania przemysłu. Omawiany rok stanowi 15 rocznicę wniesienia do Aktu Obrony Narodowej uzupełnień dotyczących przygotowania przemysłu do wojny. Treść meldunku dotyczy między innymi zamówień próbnych w czasie pokoju w przemyśle prywatnym, rozmieszczenia przemysłu w kraju, stałej Komisji Uzbrojenia, wykorzystania wychowanków Wyższej Szkoły Przemysłu Wojennego.

Wiadomości o starożytnym legionie rzymskim — D. Armstrong, ppłk. uzbr.

Organizacja legionu, jego uzbrojenie, taktyka artylerii (donośność balisty czyli ówczesnych dział wynosiła 500—700 m), zaopatrywanie, naprawa broni, działalność „służby uzbrojenia" itp.

Nowa haubica dla dywizji kawalerii.

W artylerii konnej ma być wprowadzona hb. 75 mm zamiast obecnej armaty franc. 75 mm. Ciężar jej jest niższy o 25% od ciężaru armaty, umieszczona jest na pneumatykach, ma cechy charakterystyczne podobne do hb. górskiej; donośność ponad 8 km, kąty podniesienia do 45° i szerokie pole ostrzału poziomego sprzyjają giętkości ognia.

Balistyczna równowartość pistoletów pojedynkowych — ppłk Simons i inż. Coxe.

Badanie kilku dobranych par pistoletów pochodzących z XIX stulecia, a używanych do pojedynków, dowiodło ich niejednostajności

balistycznej dość znacznej, dotyczącej szybkości początkowych, przy zastosowaniu identycznych pocisków i ładunków. Istotne warunki ówczesne ładowania musiały być o wiele gorsze niż obecne laboratoryjne i dawały z pewnością znacznie bardziej rozbieżne wyniki. Lecz większy wpływ na niejednakowość szans przeciwników miał niezawodnie ich indywidualny system nerwowy, usposobienie i umiejętność strzelania.

Nacjonalizacja wyrobu broni. Rozważania i dyskusja co do potrzeby monopolu państwowego na wyrób broni.

Pomiary ciśnień w lufach broni palnej—mjr. rez. uzbr. H. Marsh.

Obecne metody i możliwości nowych ulepszeń. Porównanie krytyczne różnych metod: zgniotki, sprężyny, metoda optyczna (pierście nie Newtona na soczewkach), piezoelektryczna (kryształy kwarcu), dynamiczna (szybkość odrzutu).

Broń samoczynna o nieruchomej lufie — inż. austr. H. Wimmersperg.

Rozwój techniczny i przykłady.

Otrzymanie trójnitrotoluolu z ubocznych produktów koksowni — mjr. rez. uzbr. W. Grainger.

Mechanizm zasłon dymnych — A. Kibler.

Laboratorium zbrojowni w Rock Island — kpt. uzbr. L. Fletcher.

Nowoczesne wyposażenie badawcze w działach: chemicznym, fizycznym, metalurgicznym i roetngenowskim.

Obecne zagadnienia uzbrojeniowe — gen. W. Tschappat szef Departamentu Uzbrojenia.

Ogólne uwagi o nieustających pracach pokojowych w planowaniu zaopatrzenia.

Co jest warta broń samoczynna? — por. rez. mar. M. Johnson

Analiza praktyczna tej nowej broni.

Pistolet „pieprzniczka" — S. Haw.

Historyczne pistolety o kilku lufach obracalnych.

Obróbka mechaniczna glinu — kpt. uzbr. T. Taber.

Zastosowanie glinu i jego stopów w wytwórczości przedmiotów uzbrojenia.

Lekki k. m. Bren. (Brno—Enfield).

Pochodzenia czeskiego wykonywany będzie w Anglii; waży 9,45 kg, posiada poważne zalety i szereg osobliwości konstrukcyjnych (p. str. 253).

VOJENSKE TECHNICKE ZPRAVY, 1936 r.

Nowoczesne armaty przeciwlotnicze — ppłk. inż. W. Czajanek

Ogólna charakterystyka dział tego typu. Opisy dział firmy Bofors (więcej szczegółowe wraz z podaniem dokonanych prób), f. Siderius (w Holandii), Vickers-Armstrong od 1927 do 1935 r. kalibrów 75, 76, 80 i 105 mm.

Zastosowanie metody Charbonnier-Sugot w balistyce wewnętrznej; proch nitrocelulozowy — inż. F. Polansky.

Piezoindykator Zeiss-Ikon i doświadczenia dokonane nim w karabinie manometrycznym, w dziale i bombie balistycznej — kpt. inż. J. Kadlec.

REVUE D'ARTILLERIE, 1935 r.

Elektryczny k. m. angielski. Popędzany silnikiem elektrycznym, waży wraz z silnikiem 122 kg, szybkostrzelność 1500 na minutę. Podobno dał dobre wyniki. (wg. Milit. Wochenbl. i Krasnaja Zwiezda, 35 r).

Pancerz stalowy „Inovay", stosowany na Węgrzech do ochrony twarzy strzelca, bo na wojnie 10% strzelców było rannych w twarz. Umieszczony jest na karabinie przed celownikiem i posiada okienko. Waży 660 g, ma grubość 3 mm, szerokość 220 mm, wysokość 160 mm (wg. Bul. Belge, 35 r.).

Automatyczny karabin włoski Scotti kalibru 7,92 mm, waży 4,23 kg, ma lufę długości 60 mm, cała długość 1,15 m, $V_0 = 835$ m/s, 50 strzałów na minutę, ciśnienie 3150 atm., pocisk 10 g, działanie gazami. Ta sama wytwórnia wyrabia: pistolety maszynowe 9 mm, lekkie k. m. dla marynarki, c. k. m. plotn. 13,2 mm; 20, 37, 40 mm (wg. Alg. Schweiz. Milit. Ztg. 1935 r.).

WIADOMOSCI STOWARZYSZENIA TECHNIKÓW OKRĘTOWYCH POLSKICH.

Wyszedł Nr 1 tego czasopisma (grudzień 1935) poświęconego zagadnieniom okrętownictwa, żeglugi i techniki portowej z punktu widzenia technicznego, gospodarczego i społecznego. (Adres: Gdynia, ul. Jana z Kolna 55).

Książki.

TECHNIK — podręcznik dla inżynierów Wydanie II-ie w zupełnie nowym opracowaniu (1936 r.). Tom I zawiera: następujące działy: Matematyka, Mechanika, Sprężystość i Wytrzymałość, Materiałoznawstwo, Dodatek (nomografia, obrona przeciwlotniczo-gazowa bierna zakładów przemysłowych, ochrona własności przemysłowej, ustroje monetarne, tabele zamiany miar, budowa materii — uzupełnienie). I-e wydanie pojawiło się w 1905 r. (I tom) i w 1908 r. (II tom) i zostało wkrótce wyczerpane. Wobec szybkich postępów techniki dużo wiadomości zawartych w pierwszym wydaniu okazało się po pewnym czasie przestarzałe. Brakowi nowoczesnego, a tak niezbędnego podręcznika, zaradziło II-e wydanie znacznie uzupełnione i rozszerzone zgodnie z postępem nowoczesnej wiedzy technicznej.

IZWIESTJA WOJENNO-MIECHANICZESKAWO INSTITUTA. (Leningrad 1936).

Prace zbiorowe profesorów tego Instytutu, wychodzą nieperiodycznie. W treści Nr 1 znajdują się następujące prace:

A. Taskin. Metoda piezoelektryczna pomiarów wysokich ciśnień.

Ł. Malc. Pomiary i notowanie ciśnień szybko zmiennych.

F. Chłystow. Obliczanie ciągu czołga i zespołu działa motorowego.

I. Iwanow. Teoria obliczania opornika wrzecionowego w połączeniu z igłowym powrotnikiem, wypełnianym płynem przez wrzeciono podczas powrotu.

W. Mikieładze. W sprawie charakterystyki dział.

W Nr 2 pomieszczono prace następujące:

P. Ksiunin. Zbadanie zagadnienia o zamienności wzajemnej obsady celownika i etatowego kątomierza panoramowego Goerza.

I. Iwanow. Obliczanie powrotnika, działającego na całej drodze na podstawie prawa zmiany kanalików w tłoczysku.

W Nr 3 są następujące prace:

B. Okuniew. Równanie zagadnienia podstawowego balistyki wewnętrznej w wielkościach względnych.

B. Okuniew. Rozwiązanie podstawowego równania balistyki wewnętrznej metodą Leduca-Okuniewa.

I. Iwanow. Mechanika łoża rozwieranego.

M. Cyrulnikow. Samowzmocnienie siłą odśrodkową.

P. Julin. Wpływ czynnika technologicznego (obróbki) na zużycie się przewodu lufy.

N. Sobolew. Niecentrowana szlifierka angielska Hilda wz. Nr 81.

P. Puszczin. Obliczanie wymiarów narzędzi do wytłaczania łusek artyleryjskich.

S. Paarmann: Chemie des Waffen- und Maschinenwesens. Nakł. Juliusz Springer, Berlin 1936.

Zawiera przegląd pomocniczych materiałów chemicznych, używanych w nowoczesnej technice wojennej. Jest to właściwie podręcznik dla niemieckich szkół wojskowych.

Treść poszczególnych części:

Część I. Podstawowe materiały chemiczne: węglik, tlen, wodór, azot; paliwa stałe, szkodliwe materiały pędne, oleje mineralne; najnowsze sposoby fabrykacji materiałów pędnych, ich próby i klasyfikacja.

Część II Termochemia: produkty palenia, tlenek węgla, siarczany, woda, gazy nitrowane; przykłady wyjaśniające zasady termochemii; analiza gazów palnych (spalinowych); obliczenia rozgrzewalności gazów i temperatury wybuchowej; mieszanki gazowo-wybuchowe; pojęcie eksplozji i detonacji; różnice między materiałem kruszącym, strzelniczym a inicjującym (pioruniany); właściwości mat. wybuchowych, ich wrażliwość na wpływy mechaniczne i temperaturę; kwas siarkowy i azotowy.

Część III. Metale: (głównie żelazo i stal), metalografia oraz właściwości metali z punktu widzenia uzbrojenia; sposoby uszlachetniania metali dla wyrobu płyt pancernych, pocisków i luf; neutralizacja kwasów, zmiękczanie wody, przyczyny korozji metali w ogólności, a kotłów parowych w szczególności, ochrona tychże przez alkalizację; sposoby dotyczące prób kwasów i ługów dla akumulatorów.

Część IV. Kwasy i sole potrzebne do przyrządzania środków bojowych: (sztuczne zadymianie, materiały zapalające, środki gaszące, materiały wybuchowe); surowce należące do chemii organicznej; nitroceluloza, nitrogliceryna, dynamit, pentryt.

Część V. Proch bezdymny: podstawowe jego właściwości i dzisiejsze metody fabrykacji prochów (nitroceluloza i nitrogliceryna); chemiczna stałość tych materiałów, objawy rozkładowe, stabilizatory uniemożliwiające lub opóźniające rozkład; objawy przy strzelaniu prochem bezdymnym, wybuch płomienia i jego tłumienie; wypalanie luf.

Część VI. Materiały kruszące: kwas pikrynowy, trójnitrokrezol, trotyl, hexamina, tetryl; ich właściwości i zastosowanie.

Część VII. Pobudzacze: rtęć piorunująca, azydki, składniki materiałów stosowanych w spłonkach i zapłonnikach; zapalniki.

Część VIII. Przepisy bezpieczeństwa: układanie materiałów wybuchowych, obchodzenie się z nimi, transport, niszczenie.

Część IX. Gazy bojowe i O. P.-gaz.: właściwości gazów bojowych, (drażniące, trujące); dziś znane rodzaje gazów bojowych; środki ochronne: maski, aparaty tlenowe, ubrania ochronne.

Książka warta polecenia nie tylko szkołom wojskowym, lecz również osobom pracującym na polu uzbrojenia.

WARUNKI OGŁASZANIA PRAC W „WIADOMOŚCIACH TECHNICZNYCH UZBROJENIA".

1. Prace do druku należy przesyłać pod adresem: Redakcja „Wiadomości Technicznych Uzbrojenia" Instytut Techniczny Uzbrojenia, ul Ludna 13.

2. Prace powinny być pisane na maszynie lub czytelnie ręcznie, na jednej stronie, z pozostawieniem odstępów między wierszami dla umożliwienia poprawek.

3. Prace powinny być starannie wykończone pod względem stylu i pisowni. Zmiany podczas korekty autorskiej mogą być czynione jedynie na koszt autora.

4. Redakcja przyjmuje jedynie prace nigdzie dotychczas nie drukowane.

5. Redakcja zastrzega sobie prawo czynienia wszelkich poprawek stylistycznych, interpunkcji oraz skracania nadesłanych artykułów, nie naruszając jednak zasadniczych myśli autora. W razie poważniejszych poprawek albo odpowiedniego zastrzeżenia ze strony autora, redakcja poprawioną pracę przesyła autorowi do wyrażenia zgody za opublikowanie jej w poprawionej formie.

6. Redakcja zwraca rękopisy i rysunki lub fotografie, jeżeli autor zastrzega to sobie.

7. Honoraria autorskie wynoszą: za wiersz garmondu 25 gr, za wiersz petitu 30 gr, w wyjątkowych wypadkach redakcja podwyższa honorarium (za prace wybitnej wartości).

8. Rysunki i szkice załączone do prac są honorowane jedynie w razie poprawnego ich wykonania, kwalifikującego je do bezpośrednich zdjęć na klisze. Honorarium za nie oblicza się wg zajmowanych przez nie wierszy garmondu.

Adres Redakcji: Warszawa, Ludna 13, Inst. Techn. Uzbr. tel. 9-22-03.

Adres Administracji: Warszawa, Marszałkowska 26. Dep. Art. M. S. Wojsk. tel. 9-32-26.

Warunki prenumeraty „Przeglądu Artyleryjskiego" wraz z dodatkiem kwartalnym „Wiadomości Techniczne Uzbrojenia": rocznie 20 zł. 40 gr., Nr. pojedynczy 1 zł. 70 gr. — Konto P.K.O. Nr. 5454.

7050 Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Al. Jerozolimskie 79. Tel. 8-84-12, 8-28-02

7050 Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Al. Jerozolimskie 79. Tel. 8-84-12, 8-28-02.